

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ACQUISITION DU LANGAGE CHEZ LES ENFANTS
AVEC IMPLANT COCHLÉAIRE

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN PSYCHOLOGIE

PAR
CHRISTINE OUELLET

JUIN 2006

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

J'aimerais d'abord remercier mon directeur de thèse, Henri Cohen, pour son appui, ses conseils judicieux et pour toutes les expériences de recherche dont il m'a fait bénéficier.

Je voudrais également remercier ma co-directrice de thèse, Marie-Thérèse Le Normand, pour sa grande passion, sa disponibilité et son accueil chaleureux dans son laboratoire de recherche.

Je remercie les membres de mon comité pour leurs commentaires constructifs.

Merci également aux orthophonistes associées aux hôpitaux Armand Trousseau de Paris, Édouard Herriot de Lyon, St. Charles de Montpellier et Purpan de Toulouse, qui ont participé à la collecte de données et sans qui ce projet n'aurait pu être possible.

Un grand merci à Jean Bégin, pour sa patience et ses explications limpides des fondements statistiques.

Merci à Guillaume Chiçoisne pour la relecture attentive de ce travail et pour ses critiques pertinentes.

Je veux également remercier mes collègues de laboratoire pour tous les encouragements et les discussions autour d'un bon repas, qui resteront pour moi des souvenirs très précieux.

Je tiens aussi à remercier Hélène, Anne-Marie, Catherine et Jean-François, qui ont occupé une place toute particulière durant ce cheminement doctoral. Merci de m'avoir accompagnée dans toutes ces aventures.

Un grand merci finalement à ma famille, autres amis(es) et personnes significatives qui à un moment ou à un autre ont su m'encourager et me supporter.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	VI
LISTE DES TABLEAUX	VII
PROBLÉMATIQUE	VIII
CHAPITRE I : CONTEXTE THÉORIQUE	10
1.1 ÉTAPES DU DÉVELOPPEMENT DU LANGAGE	10
1.1.1 Stade préverbal	10
1.1.2 Stade verbal	12
1.1.2.1. Acquisition lexicale	13
1.1.2.2. Acquisition syntaxique	16
1.2. ACQUISITION DU LANGAGE : DÉPENDANTE OU INDÉPENDANTE DE L'EXPÉRIENCE ?	18
1.2.1 Les déterminants innés	18
1.2.2 L'importance de l'expérience	19
1.3 PÉRIODE CRITIQUE OU SENSIBLE POUR L'ACQUISITION DU LANGAGE	21
1.4 SURDITÉ NEUROSENSORIELLE ET ACQUISITION DU LANGAGE	26
1.5 L'IMPLANT COCHLÉAIRE (IC).....	29
1.6 AFFÉRENCES AUDITIVES ET ORGANISATION CÉRÉBRALE	32
1.6.1 La privation auditive et son impact sur l'organisation cérébrale	32
1.6.2 La stimulation électrique et son impact sur l'organisation cérébrale	33
1.7 IMPLANT COCHLÉAIRE ET ACQUISITION DU LANGAGE	36
1.7.1 Développement lexical, syntaxique et grammatical	37
1.7.2 Interactions spontanées et transcriptions du CHILDES	41
1.8 FACTEURS MÉDIATEURS DES PERFORMANCES LANGAGIÈRES SUITE À L'IMPLANTATION	45
1.8.1 Âge au moment de la surdité	45
1.8.2 Âge à l'implantation	46

1.8.2	Âge à l'implantation	46
1.8.3	Durée de la surdité	48
1.8.4	Étiologie et éléments neurosensoriels	48
1.8.5	Ouïe résiduelle	49
1.8.6	Habiletés langagières avant l'implantation	50
1.8.7	Mode de communication	51
1.8.8	Facteurs cognitifs	52
1.8.9	Sexe	53
1.8.10	Statut socio-économique	54
1.8.11	Pourcentage de variance expliquée par les diverses variables	54
1.9	BUTS, QUESTIONS ET HYPOTHÈSES	57
CHAPITRE II : MÉTHODOLOGIE		58
2.1	SUJETS	59
2.2	MATÉRIEL	60
2.3	PROCÉDURE	60
2.3.1	Transcription des données	64
2.3.2	Analyses linguistiques	65
CHAPITRE III : ANALYSES STATISTIQUES		67
3.1	ANALYSES DE VARIANCE – VARIABLES NOMINALES	69
3.1.1	Score composite Lexique	78
3.1.2	LME	79
3.2	CORRÉLATIONS – VARIABLES CONTINUES	80
3.3	CORRÉLATION CANONIQUE	81
CHAPITRE IV : DISCUSSION		85
4.1	ACQUISITION DU LANGAGE POST-IC	85
4.2	APPRENTISSAGE ANTÉRIEUR D'UN LANGAGE SIGNÉ	87
4.3	SEXE DE L'ENFANT	91
4.4	OUÏE RÉSIDUELLE	92
4.5	MILIEU SOCIO-CULTUREL	93
4.6	ÂGE À L'IMPLANTATION	95
4.7	CONCLUSION GÉNÉRALE	97

BIBLIOGRAPHIE	102
APPENDICE A Critères de candidature de l'implantation pédiatrique approuvés par la Food and Drug Administration	129
APPENDICE B Transcription réalisée à partir d'une séance de jeu - Livre de la grenouille – 36 mois post-IC	130
APPENDICE C Règles de segmentation des énoncés en format CHAT	132
APPENDICE D Résultats d'une analyse linguistique menée avec CLAN d'après une transcription de la production verbale à 36 mois post-IC	133
APPENDICE E Variables linguistiques retenues	137
APPENDICE F ANOVAs	138
APPENDICE G Valeurs descriptives – Lexique et LME	142
APPENDICE H Valeurs descriptives – Variables linguistiques individuelles comprises dans le score composite Lexique	146

LISTE DES FIGURES

	Page
1 Représentation de l'oreille interne, du système auditif et de l'électrode intracochléaire	31
2 Matériel employé	62
3 Évolution du Lexique selon le sexe	70
4 Évolution du Lexique selon le degré de surdité	71
5 Évolution du Lexique selon le milieu socio-culturel	72
6 Évolution du Lexique selon l'apprentissage ou non d'une langue signée	73
7 Évolution de la LME selon le sexe	74
8 Évolution de la LME selon le degré de surdité	75
9 Évolution de la LME selon le milieu socio-culturel	76
10 Évolution de la LME selon l'apprentissage ou non d'une langue signée	77

LISTE DES TABLEAUX

	Page
1 Étapes du développement langagier	11
2 Classification audiométrique des déficiences auditives	27
3 Caractéristiques des participants	61
4 Corrélations entre variables continues et données langagières à chaque temps d'observation	82
5 Corrélation canonique	83

PROBLÉMATIQUE

Grâce aux interactions verbales avec les locuteurs de leur environnement, les enfants sont exposés aux règles du langage dès la naissance et même avant. Ce sont ces interactions qui permettent une acquisition normale du langage. Cependant, certaines conditions comme la surdité font que ces échanges entre le jeune enfant et son milieu sont limités ou n'ont pas lieu.

L'implant cochléaire (IC), un dispositif électronique qui stimule artificiellement le nerf auditif, restaure jusqu'à un certain point les fonctions auditives et peut favoriser l'acquisition des compétences langagières orales. Cet appareil transforme les vibrations acoustiques en courants électriques et permet ainsi aux stimuli sonores afférents d'être de nouveau soumis au traitement cortical.

Jusqu'à récemment, les travaux sur le sujet se sont préoccupés des capacités de perception et de production de la parole suite à l'implantation et il n'existe que peu de recherches qui portent sur l'acquisition du langage. Les suivis menés auprès des jeunes enfants implantés sont souvent effectués sur de courtes périodes et l'on trouve rarement des évaluations en situation naturelle. Dans ces études, le nombre d'enfants examinés est restreint et les groupes sont hétérogènes. Il existe aussi de grandes différences inter-individuelles dans les résultats langagiers post-IC. Chez certains de ces enfants, l'IC permet un développement linguistique qui se rapproche du développement normal alors que pour d'autres, on observe des retards significatifs. Ces divergences dans l'émergence du langage suite à l'implantation s'expliquent par une combinaison mal connue de facteurs psychologiques, cognitifs, sociaux et de santé.

Cette recherche vise à circonscrire les effets d'une expérience auditive tardive chez de jeunes enfants, en considérant que leur première et véritable expérience avec les sons leur est fournie par voie non naturelle de

stimulations électriques. L'originalité de cette étude réside en ce qu'elle représente un premier effort pour examiner de façon longitudinale et en situation écologiquement valide l'acquisition du langage chez de jeunes enfants implantés. Cette recherche vise d'une part à déterminer les facteurs qui influencent l'émergence du langage suite à l'implantation et d'autre part à préciser dans quelle mesure une privation sensorielle périnatale peut conduire à un développement atypique du langage. Une fois les mécanismes d'évolution langagière post-implantation précisés, certaines similitudes et divergences entre les patrons d'acquisition du langage en situations de développement normal et déviant pourront être établies.

CHAPITRE I : CONTEXTE THÉORIQUE

Le langage oral est un code commun qui permet l'échange d'idées, de sentiments et de connaissances. Tout le monde apprend à parler. Dès la naissance, et même *in utero*, les humains traitent les sons de la parole et s'approprient graduellement le langage de leur environnement. L'exposition au langage ambiant, possible par le biais de l'audition, permet aux jeunes enfants d'acquérir les compétences langagières.

1.1 ÉTAPES DU DÉVELOPPEMENT DU LANGAGE

Les différents niveaux d'analyse du langage, soit la forme (phonologie, syntaxe, morphologie), le contenu (sémantique) et l'utilisation (pragmatique), sont dépendants les uns des autres (Bloom & Lahey, 1978). L'âge auquel les différentes étapes du développement linguistique surviennent peut varier, mais la séquence de ces stades est habituellement invariante (Menyuk, 1972). Le tableau 1 présente les principales étapes du développement du langage et les âges auxquels elles sont généralement atteintes.

1.1.1 Stade préverbal

Durant ce stade, les mécanismes de perception auditive et d'attention se développent et constituent les premiers pas vers le traitement sonore. Le système auditif du fœtus est fonctionnel dès la 25^e semaine de gestation et son niveau d'audition se rapproche de celui des adultes vers la 35^e semaine (de Boysson-Bardies, 1996). Apparemment, la stimulation auditive *in utero* aurait laissé une empreinte dans le cerveau des nourrissons, puisqu'ils préfèrent dès la naissance la voix de leur mère à celle des autres; ils préfèrent aussi entendre des passages de livres lus par leur mère durant la grossesse à des passages jamais

TABLEAU 1
Étapes du développement langagier

	PERCEPTION	PRODUCTION
<i>Naissance à 1 mois</i>	Discrimination des contrastes de parole, de la voix de la mère, de la langue maternelle, sensibilité aux indices prosodiques et rythmiques	Cri, pleur, son végétatif
<i>1 à 7 mois</i>	Catégorisation de sons et de voyelles, reconnaissance de syllabes, détection de l'intonation et d'indices prosodiques de diverses langues, perception intermodale	Rire, vocalisation avec ouverture et fermeture de bouche, sons vocaliques, contrôle de la phonation, variation et imitation d'intonations, début du babillage (alternance répétée de consonnes-voyelles)
<i>8 à 12 mois</i>	Détection de frontières de syntagmes, préférence pour les contraintes phonotactiques de la langue maternelle, reconnaissance et compréhension de quelques mots, détection des frontières de mots, apprentissage de mots par association à des référents	Production de voyelles semblables à la langue maternelle, séquence variée de syllabe, intonation, consonnes et syllabes influencées par la langue maternelle, babillage varié, premiers mots
<i>12 à 16 mois</i>	Compréhension de 100 à 150 mots et de phrases simples	Formes productives stables en relation avec les situations, production de 50 mots
<i>16 à 20 mois</i>	Compréhension de 200 mots, distinction des catégories de mots	Production de 50 à 170 mots, production de verbes et d'expressions
<i>20 à 24 mois</i>	Compréhension des relations, de l'ordre syntaxique des mots	Augmentation rapide du vocabulaire, production entre 250 et 300 mots, meilleure prononciation, phrases à 2-3 mots, début d'acquisition du genre et du nombre

Adapté de : de Boysson-Bardies, 1996.

entendus auparavant (DeCasper & Fifer, 1980; DeCasper & Spence, 1986). Cette familiarisation à la langue maternelle durant les derniers mois de vie prénatale prépare le système perceptuel à traiter des caractéristiques sonores. Dès la naissance, les bébés peuvent discriminer un éventail important de contrastes consonantiques et vocaliques et catégoriser certains phonèmes. Ils se préparent graduellement à la parole, en affûtant leurs possibilités vocales, en organisant leurs capacités perceptives et aussi en dialoguant avec l'adulte par le regard, la voix, le geste et l'imitation (de Boysson-Bardies, 1996).

Les vocalisations débutent dès la naissance. Entre 3 et 8 mois, le babillage est rudimentaire, caractérisé par la production sporadique de sons simples sans qu'il n'y ait de lien étroit, avant 9 mois, entre la forme du babillage et la forme de l'input langagier (de Boysson-Bardies & Vihman, 1991). Ces jeux vocaux permettent de découvrir les relations entre l'intensité et la durée du son et la position des articulateurs. Entre 6 et 10 mois, le nourrisson émet des séquences phonologiques appelées proto-mots, qui sont déjà porteurs de signification. Certains enfants varient davantage le jeu articulatoire, d'autres l'enveloppe prosodique, deux tremplins pour la parole (de Boysson-Bardies, 1996). La reconnaissance et la mémorisation de schémas phonétiques stables conduisent à l'émergence des premiers mots entre 11 et 14 mois. Le stade préverbal constitue donc le précurseur du stade verbal dont il sera question dans la sous-section qui suit.

1.1.2 Stade verbal

Plusieurs tâches attendent l'enfant pour la constitution de son lexique, processus fondamental qui marque l'entrée dans le système linguistique : segmenter et extraire les unités de sens du discours à partir d'indices prosodiques et de règles de construction phonémique, acquérir les formes phonologiques des mots, leurs significations, leurs catégories

syntaxiques, et mémoriser les mots sous une forme qui permette de les reconnaître et de les utiliser.

Vers 9 mois, les nourrissons traitent déjà la parole. Ils sont sensibles aux contrastes phonétiques et à la distribution des sons, qui a comme fonction de transmettre un sens. Ils commencent à comprendre les mots et à se constituer un premier répertoire lexical, grâce aux informations phonétiques, prosodiques, syntaxiques et surtout contextuelles. Vers 11-12 mois, ils établissent intuitivement des liens entre les formes sonores qu'ils entendent et les éléments du monde extérieur (de Boysson-Bardies, 1996).

De nombreux auteurs admettent une interaction entre le développement lexical et le développement phonologique de l'enfant, en particulier la diversité du répertoire consonantique et la richesse des structures syllabiques (Thal, Oroz, & McCaw, 1995). Un babillage limité, une faible utilisation des syllabes et peu de vocalisations seraient associés à un vocabulaire expressif restreint (Stoel-Gammon, 1992).

1.1.2.1 Acquisition lexicale

Certains ont proposé une approche multifactorielle à la création du premier lexique, qui se ferait par le biais d'indices attentionnels (saillance, informations disponibles de l'input), sociaux (regarder, pointer, se fier au contexte) et linguistiques (prosodiques, grammaticaux). La présence d'habiletés cognitives générales présentes avant la période d'apprentissage lexical est également assumée (Hollich, Hirsh-Pasek, & Golinkoff, 2000). L'âge auquel les premiers mots sont prononcés, de même que la croissance et la composition du vocabulaire, dépendent de divers facteurs tels que la culture, l'environnement social, le tempérament, le rang dans la fratrie, la structure de la langue maternelle et le style de traitement de l'information (de Boysson-Bardies, 1996).

Généralement, peu après 1 an, les enfants prononcent leurs premiers mots. Les énoncés sont composés presque exclusivement de mots isolés. Il existe des relations entre le choix des premiers mots et les routines de productions favorites des enfants durant leur babillage, qui servent de repères et de modèles (Ferguson & Farwell, 1975). La production des premiers mots s'accroît d'abord très lentement, avec peu de généralisations à d'autres contextes, parce que les enfants focalisent davantage sur les aspects de signification, d'usage et de symbolique conventionnelle des mots (Bakeman & Adamson, 1986). La croissance lexicale s'accélère vers 18 mois, après l'acquisition d'une cinquantaine de mots, et l'on note une explosion du vocabulaire (Bates & Carnevale, 1993; Bloom, 1993). Le vocabulaire moyen peut passer d'environ 10 mots à 15 mois à près de 200 mots à 24 mois (Nelson, 1973, 1975). Cette explosion lexicale a été attribuée au meilleur contrôle des représentations articulatoires (Schwartz, 1988), à l'apprentissage de patrons syntaxiques stables (MacWhinney, 1982) ou encore au développement des habiletés cognitives, entre autres de la mémoire, de la perception, de la classification des régularités et de la maîtrise de certaines catégories cognitives fondamentales (Bloom, 1970; Gopnik & Metzloff, 1987; Parisse & Le Normand, 2000a). Cependant, tous les enfants ne présentent pas cette explosion lexicale (Clark, 1993).

De plus, l'acquisition du vocabulaire n'est pas linéaire, mais marquée d'une période de stagnation, de pics et de régressions (cf. Bassano, Maillochon, & Eme, 1998). Par exemple, le langage expressif demeurerait plutôt stable entre 36 et 48 mois (Le Normand, Parisse, & Cohen, soumis). De même, il n'y a pas de différence dans la diversité et la productivité lexicales des filles et des garçons entre 20 et 30 mois. La variabilité inter-individuelle est considérable entre ces âges, alors qu'à 30 mois, cette diversité disparaît (Bassano et al., 1998).

Quant à l'acquisition des catégories lexicales, il y aurait trois étapes dans le développement du premier lexique expressif entre 8 et 30 mois

(Bates et al., 1994). La première est caractérisée par l'expansion des noms, qui constituent environ 55% du lexique lorsque les enfants possèdent une centaine de mots, vers 18-20 mois. Ces noms réfèrent d'abord aux parties du corps, à la nourriture, aux vêtements, aux meubles et aux autres objets de la vie quotidienne. La deuxième étape est l'expansion des prédicats – verbes et adjectifs – dont la proportion initiale est faible avant le seuil de 100 mots. Une masse critique de 80 à 100 verbes réguliers dans l'inventaire lexical serait nécessaire avant que l'enfant ne développe une connaissance générale du verbe qui lui permette d'abstraire l'information linguistique essentielle pour utiliser le temps passé ou d'autres inflexions (Conti-Ramsden & Windfuhr, 2002). La troisième étape consiste en la production de mots de fonction, presque inexistants tant que le vocabulaire n'a pas atteint le seuil des 400 mots. Les mots de fonction sont de petits éléments lexicaux qui servent à lier les mots, à détailler leur signification et à donner une précision aux phrases (par ex., déterminants, pronoms, prépositions, conjonctions, inflexions de verbes, etc.). Conformément à l'hypothèse de la masse critique proposée par Bates, Dale, et Thal (1995), la constitution d'un certain stock de mots de contenu est nécessaire pour que les mots de fonction, hautement relationnels, puissent se développer.

Chez les enfants francophones de 24 mois, les prédicats et les mots grammaticaux sont plus précoces et nombreux que chez les enfants anglophones (Bassano, 1998a, 1998b; Bassano et al., 1998), probablement en raison de la richesse de la grammaire spécifique au français. Il y aurait une explosion grammaticale vers 28-29 mois, des adverbes aux pronoms jusqu'aux déterminants. Cette explosion survient légèrement après la croissance lexicale des noms et des verbes vers 27 mois (Marchman & Bates, 1994).

Finalement, dans le premier lexique de l'enfant, on retrouve aussi quelques mots sociaux (*allo, au revoir*) et des formes figées, c'est-à-dire des expressions perçues et codées globalement qui, bien que composées

de plusieurs mots, ne peuvent être assimilées à une phrase (par ex., *y a pas là, on le met, donne-le*). Ces unités permettent à l'enfant de produire des parties de parole grammaticale de façon précoce, avant qu'ils n'en connaissent la signification (Lieven, Pine, & Dresner Barnes, 1992).

Entre 18-24 mois, les premières combinaisons de mots de l'enfant marquent l'entrée dans la syntaxe, aspect linguistique qui sera traité dans la section suivante.

1.1.2.2 Acquisition syntaxique

L'apparition des diverses classes de mots que nous venons de voir constitue la base du développement syntaxique et il existe de fortes corrélations entre la taille du vocabulaire, l'apparition des combinaisons de mots et la complexité syntaxique (Bates et al., 1995).

Brown (1973) a introduit une mesure centrale du développement syntaxique, la longueur moyenne des énoncés (LME), déterminée par le nombre de morphèmes dans l'énoncé. Sur la base de la LME, il a distingué cinq stades dans le développement syntaxique (du stade I = LME entre 1 et 2, jusqu'au stade V = LME entre 3.5 et 4). Il existe à ce niveau également d'importantes variations inter-individuelles; la LME peut aller, à 48 mois, de 2.4 à 6.61 (Le Normand et al., soumis).

Au stade I, les phrases de deux mots sont dites télégraphiques, en raison de l'omission des mots de fonction (Brown & Fraser, 1963). Les premiers énoncés de deux mots prennent la forme de pseudo-énoncés (*auto papa*), qui peuvent exprimer diverses significations et modalités selon l'intonation, que l'enfant utilise déjà depuis plusieurs mois. Les séquences renferment souvent deux mots de contenu (par ex., *moto papa, mange pomme*), ou un mot pivot et un mot de contenu (par ex., *encore gâteau, là nounours*). Les phrases des premiers stades présentent un ordre cohérent, non aléatoire, où les articles et marques de genre sont nombreux, donc bien adaptés grammaticalement à la langue de

l'environnement (de Boysson-Bardies, 1996). Les combinaisons qui ne sont pas retrouvées dans le langage adulte demeurent très rares (Parisse & Le Normand, 2000a).

Vers la fin de la période d'assemblage de deux mots, l'enfant maîtrise la plupart des formes syntaxiques et grammaticales essentielles de sa langue. Vers 5-6 ans, la maîtrise des conventions morphosyntaxiques est atteinte et l'architecture de base du langage est essentiellement en place. Les habiletés grammaticales seraient pleinement développées vers 8 ans (Nober & Nober, 1977).

En somme, les processus lexicaux, grammaticaux et syntaxiques évolueraient en parallèle, avec un léger décalage temporel. L'enfant construirait le langage progressivement, des règles simples aux règles complexes, en s'appuyant sur des connaissances déjà acquises relatives à des aspects langagiers de plus bas niveau. Plus les mots ont un sens pour l'enfant, plus il les manipule et les enchaîne selon les régularités syntaxiques. Par contre, il est possible de constater qu'une importante variabilité inter-individuelle demeure dans l'acquisition normale du langage. Cette variabilité semble être redevable à plusieurs facteurs externes et internes à l'enfant.

Une question centrale demeure toutefois, à savoir quels sont les moteurs par lesquels les enfants bâtissent le langage. Certaines hypothèses évoquent des prédispositions innées, d'autres stipulent qu'ils se fient à des indices de leur environnement – indices prosodiques, morphémiques, sémantiques, contextuels, etc. La prochaine section présente un bref survol de ces influences innées et environnementales.

1.2 ACQUISITION DU LANGAGE : DÉPENDANTE OU INDÉPENDANTE DE L'EXPÉRIENCE?

Il semblerait que divers mécanismes innés et environnementaux puissent intervenir dans l'acquisition d'une langue.

1.2.1 Les déterminants innés

Plusieurs théories ont souligné l'existence de mécanismes innés spécifiques au langage. Entre autres, la théorie de la Grammaire Universelle (GU), élaborée par Chomsky (ex., 1957), postule que les enfants naissent avec un patrimoine génétique concernant la structure et le contenu des règles grammaticales. La GU contient des principes communs à toutes les langues et des paramètres spécifiques à la langue de l'environnement. Cet environnement ne représente qu'un catalyseur de la faculté innée. L'enfant découvre sa langue en contrôlant intuitivement l'assemblage des mots et non en apprenant un ensemble de phrases prêtes à l'emploi. Ces mécanismes universaux permettent de connaître les régularités du langage, de faire des généralisations appropriées et de résoudre les problèmes d'induction inhérents à l'acquisition d'une langue. Cependant, la nature d'une telle prédisposition génétique demeure méconnue.

Un des arguments en faveur des mécanismes innés du langage repose sur la « pauvreté de l'input », c'est-à-dire que l'enfant développe des formes linguistiques très complexes malgré qu'il n'entende qu'un échantillon limité de phrases grammaticales. De plus, pour que l'enfant puisse apprendre les structures autorisées ou non par sa langue, il doit avoir des données positives – phrases bien formées – et des données négatives – phrases mal formées ou corrections. En réalité, les parents corrigent peu les quelques erreurs grammaticales de leurs enfants (Brown & Hanlon, 1970). Il leur est donc difficile de déduire les

structures interdites de leur langue, à moins qu'ils ne possèdent des connaissances grammaticales innées indépendantes de leur expérience (Chomsky, 1980).

De plus, l'acquisition du langage est très rapide et implicite, elle comporte peu d'erreurs et elle est uniforme. Elle possède les propriétés de comportements biologiquement déterminés, par exemple la progression selon des stades ordonnés, comme pour le fait d'apprendre à marcher.

Finalement, les cas d'enfants sourds nés de parents entendants, qui n'ont pas été exposés au langage signé, offrent un exemple additionnel de la capacité innée à créer le langage, avec certaines limites cependant. L'habileté à apprendre le langage semble si forte chez l'humain que ces enfants commencent à développer leur propres gestes pour s'exprimer, et ce, sans input linguistique. Ils commencent à babiller avec les mains autour de 6-8 mois, ils inventent leurs premiers signes au même âge que les enfants produisent leurs premiers mots. Ils commencent même à former de courtes phrases avec ces signes (Goldin-Meadow & Mylander, 1984). Cependant, le système de communication gestuelle des sourds isolés plus vieux n'est pas aussi complexe que les langues signées naturelles (Coppola, Senghas, Newport, & Supalla, 1998), ce qui laisse croire que l'habileté à apprendre le langage pourrait dépendre précocement de processus innés, mais que l'exposition au langage durant l'enfance est nécessaire pour un développement normal.

1.2.2 L'importance de l'expérience

À l'opposé, les théories socio-cognitives stipulent que le développement linguistique s'intègre dans le développement cognitif et social. Le langage des enfants reflète leur compréhension du monde, l'organisation des connaissances sur eux-mêmes, les autres, les objets et les événements. Ils doivent posséder des concepts de temps (*ensuite*,

d'abord, avant) ou de cause à effet (*comment, quoi*) pour exprimer des relations entre les événements (Ling, 1989) et maintenir un modèle mental approprié des situations courantes afin d'inférer ce qui va être dit (Pinker, 1995).

Quant aux théories interactionnelles, elles avancent que c'est à travers l'échange social que l'enfant construit sa langue (Nelson, 1985). Ce dernier est vu comme un participant actif dans les échanges verbaux. Les processus sociaux tels que l'attention conjointe et l'ajustement linguistique des partenaires constituent les moteurs de l'acquisition de son langage. De plus, par le biais de routines quotidiennes (repas, bain, jeux), il apprend à différencier les objets, les événements et les sons et développe les concepts de base reliés au monde qui l'entoure. Ces pratiques, effectuées dans certaines cultures et par certains parents, favorisent l'apprentissage précoce des premiers mots, surtout des noms d'objets (Fernald & Morikawa, 1993; Goldfield, 1993).

Durant ses interactions, l'enfant utilise diverses stratégies verbales et non verbales pour acquérir le langage. L'une d'elles est l'imitation qui, bien que ni nécessaire ni suffisante pour expliquer tous les aspects du développement langagier, constitue une stratégie dynamique pour expérimenter la production de formes linguistiques dans un contexte de référence approprié. L'imitation est une stratégie efficace durant les premiers stades, lorsque la tâche principale de l'enfant est l'acquisition d'items lexicaux, mais elle pourrait être contre-productive à un stade ultérieur, au moment de l'acquisition des structures syntaxiques (Nelson, 1973).

Les enfants auraient donc besoin de tuteurs sociaux pour apprendre une langue (Kuhl, Tsao, & Liu, 2003). Ces tuteurs produisent des modèles qui aident à comprendre la signification des mots (Baldwin & Tomasello, 1998), qui procurent des indices référentiels (regarder, pointer), prédicteurs importants du vocabulaire réceptif (Mundy & Gomes, 1998) et qui fournissent une rétroaction et des renforcements qui

amènent des vocalisations plus nombreuses et matures (Goldstein, King, & West, 2003).

En résumé, l'existence d'un programme inné n'exclut pas le rôle des stimuli externes. Des biais et stratégies innées peuvent exister et canaliser l'apprentissage en permettant de récupérer, à partir du flot langagier, les règles par lesquelles les individus communiquent. Cependant, l'enfant doit être exposé aux patrons de langage pour qu'un développement normal prenne place. Il existerait à cet effet une période circonscrite à l'intérieur de laquelle la prédisposition pour le langage devient pleinement opérationnelle, en autant qu'il y ait une expérience véritable avec le langage, c'est-à-dire une implication active et non une simple exposition. C'est de cette période dite critique ou sensible dont il sera question dans la prochaine section.

1.3 PÉRIODE CRITIQUE OU SENSIBLE POUR L'ACQUISITION DU LANGAGE

On utilise le terme période critique pour parler de la fenêtre temporelle durant laquelle l'influence de l'expérience a un effet significatif sur un comportement. Ce concept provient de l'embryologie expérimentale. Dans cette perspective, on considère que si des conditions essentielles sont absentes durant le développement précoce de l'organisme, l'acquisition de certaines habiletés sera impossible. Les neurosciences suggèrent des périodes critiques de développement pour tous les systèmes sensoriels (Ruben, 1997). Lenneberg (1967) entre autres a appliqué cette hypothèse au langage. Il avance que l'émergence du langage est déterminée de façon biologique et requiert une exposition minimale non spécifique à une langue. Cette période de temps limitée où le cerveau est prédisposé à acquérir le langage de façon naturelle commence traditionnellement à l'âge de 2 ans et se terminerait

abruptement à la puberté. Cette période critique pourrait être déterminée neurologiquement. En effet, l'acquisition du langage est difficile avant 2 ans en raison de facteurs de maturation, et après la puberté à cause d'une plasticité cérébrale plus réduite, due d'une part à la latéralisation des fonctions linguistiques et d'autre part à une diminution du métabolisme et de la croissance synaptique.

Il existe un parallèle dans le développement de la vision chez les chats. Les animaux qui ne sont pas exposés à la stimulation ambiante à un certain âge ne développent pas la capacité de traitement visuel neuronal. Ils sont fonctionnellement aveugles et leur cortex visuel est sous-développé. Des recherches similaires chez les primates montrent qu'il y a plusieurs périodes critiques, une pour chaque type de traitement visuel (Harwerth, Smith, Duncan, Crawford, & von Noorden, 1986). Chez les chatons aveugles, les connexions multi-modales des cortex auditif, somatosensoriel et moteur au cortex occipital, normalement éliminées vers 5 semaines de vie, sont encore présentes à 6 mois (Berman, 1991). En l'absence d'inputs visuels, le cortex visuel peut être recruté pour le traitement tactile ou auditif (Hyvarinen, Carlson, & Hyvarinen, 1981).

Cependant, on sait très peu de choses sur les limites de la période critique en ce qui a trait au développement du langage et il n'existe qu'une évidence indirecte pour appuyer cette notion. Certains parlent plutôt d'une période sensible, terme plus conservateur qui représenterait mieux la réalité du développement linguistique, où les premières années constituent un moment idéal, mais non le seul, durant lequel le langage peut être acquis (Oyama, 1979).

Par ailleurs, il semble exister plusieurs périodes sensibles selon la composante langagière. Les fenêtres d'accessibilité de ces périodes se chevauchent et elles apparaissent inter-reliées (Ruben, 1997). Par exemple, selon Locke (1997), le mécanisme analytique responsable de la construction de la grammaire, qui se déclenche entre 18 et 36 mois,

dépend d'un vocabulaire préalable suffisant. Les enfants qui à 24 mois ont moins de 30 mots dans leur vocabulaire expressif possèdent trop peu d'énoncés pour activer les processus d'analyse grammaticale au moment optimal. Lorsque suffisamment de mots sont appris, les conditions neurodéveloppementales ne favorisent plus la mise en place de l'analyse grammaticale. La moitié de ces enfants présenteront des désordres grammaticaux spécifiques à long terme (Paul & Smith, 1993). Selon Locke, ces enfants subissent une privation cognitive qui n'est pas différente en principe d'une privation sensorielle.

Dans la littérature, on retrouve quatre types d'évidences qui soutiennent la période sensible pour l'acquisition du langage. D'abord, il y a des études de cas auprès d'individus qui ont été isolés socialement durant leur enfance. Skuse (1984a, b) a effectué une revue de neuf cas d'enfants élevés dans des conditions d'extrême privation sociale et linguistique. Au moment de leur découverte, les enfants étaient âgés entre 2,5 et 13,5 ans, ils n'avaient essentiellement pas de langage réceptif et expressif et étaient globalement retardés dans les domaines non linguistiques. Les six enfants qui ont réussi à acquérir une fonction langagière normale ou presque normale ont été découverts avant l'âge de 7 ans et n'avaient pas de signes de dommages cérébraux. Genie, une des enfants qui a présenté des troubles linguistiques persistants, a été découverte à l'âge de 13,9 ans (Curtiss, 1977). Elle a commencé à parler et à construire des phrases de plusieurs mots dans les mois qui ont suivi sa découverte. Cependant, la grammaire et la syntaxe sont demeurées significativement retardées comparativement à l'expansion du vocabulaire, ce qui supporte la notion de période critique, de même que la théorie de Locke (1997). Néanmoins, on a observé certains progrès, ce qui indique que le processus d'acquisition du langage peut débuter et se poursuivre partiellement à un âge tardif, au-delà de la période critique (Fromkin, Krashen, Curtiss, Rigler, & Rigler, 1974).

Un second type d'études a été réalisé auprès d'enfants sourds peu exposés au langage oral ou signé. Ces recherches montrent que les premières années sont les plus sensibles pour l'acquisition de la langue (Mayberry, 1993a). Ainsi, s'il y a surdité durant les premiers 12 mois de vie, des déficits phonémiques persisteront 8 ans plus tard (Moody et al., 1996). De plus, les enfants sourds dont la première exposition au langage signé survient après l'âge de 6 ans montrent des troubles d'apprentissage du langage (Mayberry & Lock, 2003). Ils ont de la difficulté à décoder la forme des signes, à accéder rapidement au lexique et à la signification des signes, ils prennent davantage de temps pour identifier les caractéristiques phonologiques et morphologiques des signes. Ces enfants sont toutefois meilleurs aux plans morphologique et syntaxique que ceux exposés au langage signé après 12 ans (Newport, 1990).

Le troisième type d'études porte sur l'acquisition d'une langue seconde (L2). Certaines de ces études ne montrent pas d'interruption abrupte des capacités d'apprentissage d'une L2 à l'âge attendu, mais plutôt un déclin progressif qui s'étend sur de nombreuses années jusqu'à la puberté, ce qui va à l'encontre de la période critique telle que formulée à l'origine. Les enfants qui apprennent une L2 entre 3 et 7 ans la maîtrisent normalement alors que ceux qui l'apprennent après 7 ans sont significativement inférieurs au niveau grammatical. L'âge d'acquisition est fortement corrélé à l'habileté syntaxique et morphologique avant la puberté, mais il n'y a pas de corrélation après la puberté (Johnson & Newport, 1989). Une autre étude révèle que des enfants sourds congénitaux qui ont appris vers 9 ans une première langue, *l'American Sign Language* (ASL), sont significativement moins bons que des enfants sourds qui ont appris l'ASL vers 9 ans comme L2, après l'acquisition de l'anglais en bas âge. Ces enfants qui apprennent l'ASL comme L2 ont un patron d'erreurs normal et ils donnent des réponses mieux préservées au plan grammatical. Ils sont mieux équipés que les enfants qui apprennent une première langue tard dans le développement (Mayberry, 1993b).

Un dernier type d'études porte sur les enfants avec lésions cérébrales unilatérales dans une zone langagière. Ces recherches indiquent que si la lésion survient avant la puberté, les enfants récupéreront le langage. Cependant, ils récupéreront davantage si la lésion survient à un âge plus jeune, en raison d'une meilleure création de nouvelles synapses et de la réactivation de synapses latentes (Huttenlocher, 1979). Des régions cérébrales adjacentes ou homologues sont aussi plus facilement recrutées. Une récupération complète serait sérieusement compromise si la lésion survient après l'âge de 5 ans et une atteinte plus tardive donnera lieu à des déficits à long terme de certains aspects syntaxiques (de Boysson-Bardies, 1996). Après la puberté, une récupération substantielle est rare; les adolescents peuvent acquérir certaines composantes du langage mais avec des hésitations, des pauses et des mots inappropriés.

En somme, ce qui se dégage de la littérature est qu'un flot linguistique en bas âge semble être essentiel pour un développement langagier optimal. L'âge limite avant lequel l'exposition au langage est essentiel pour l'émergence de cette aptitude chez l'enfant n'est cependant pas déterminé avec précision. Par ailleurs, il apparaît clair que cet âge limite se situe avant la puberté. Si aucune exposition au langage n'a eu lieu avant la puberté, aucune exposition tardive ne pourra combler les déficits linguistiques déjà établis.

Chez certains enfants, les interactions orales sont compromises et aucune forme de stimulation auditive ne semble possible. La surdité représente une des conditions qui limite l'accès à l'input linguistique et qui influe sur le développement du langage. La prochaine section décrit brièvement les impacts négatifs de la surdité sur le langage oral.

1.4 SURDITÉ NEUROSENSORIELLE ET ACQUISITION DU LANGAGE

La surdité de perception, ou neurosensorielle, est une dysfonction des éléments neuronaux et sensoriels de l'oreille interne, souvent les cellules ciliées de l'organe de Corti. Ces mécanismes ont pour fonction de convertir l'énergie mécanique ondulatoire (vibrations moléculaires des milieux aérien, liquide et solide) en impulsions neuronales, qui sont ensuite acheminées au niveau cérébral pour être traitées. Ce type de surdité est le plus commun. Il affecte environ 1 enfant sur 1 000 à la naissance et 1 sur 1 000 au cours de l'enfance (Morton, 1991). En fonction du moment d'apparition du déficit auditif, on distingue les surdités congénitales, prélinguales (généralement avant 3 ans) et postlinguales (lorsque les acquisitions linguistiques fondamentales sont établies). Le tableau 2 présente la classification audiométrique des déficiences auditives.

Les surdités congénitales et prélinguales, lorsqu'elles sont bilatérales et de niveau sévère à profond, interfèrent avec le développement linguistique. Elles limitent l'accès aux codes linguistiques, empêchent la catégorisation du discours, préviennent le feedback auditif et diminuent l'exposition aux modèles linguistiques de l'environnement, qui permettent de spécifier les paramètres de la langue.

Les nourrissons sourds n'atteignent jamais le stade de babillage canonique à l'âge attendu (Eilers & Oller, 1994). Leur parole présente des perturbations de rythme, de mélodie, d'intonation, de contrôle phonatoire et articulatoire, avec substitutions, omissions et distortions (Kirk & Hill-Brown, 1985). L'intelligibilité est réduite parfois jusqu'à 20% (Smith, 1975). On note une corrélation négative entre l'importance de la perte auditive et le développement des productions vocales au niveau segmental et suprasegmental, sans corrélation entre la quantité de vocalisations et le développement ultérieur du langage (Vinter, 1994).

TABEAU 2
Classification audiométrique des déficiences auditives

Degré de perte auditive	
Audition normale	perte tonale moyenne < 20 dB
Déficiência auditive légère	perte tonale entre 21 et 40 dB, perception de bruits familiers et de la parole à voix normale
Déficiência auditive moyenne	perte tonale entre 41 et 55 dB (<i>1^{er} degré</i>) ou entre 56 et 70 dB (<i>2^e degré</i>), perception de quelques bruits familiers et de la parole à voix élevée
Déficiência auditive sévère	perte tonale entre 71 et 80 dB (<i>1^{er} degré</i>) ou entre 81 et 90 dB (<i>2^e degré</i>), perception de bruits forts et de la parole à voix forte près de l'oreille
Déficiência auditive profonde	perte tonale entre 91 et 100 dB (<i>1^{er} degré</i>), entre 101 et 110 dB (<i>2^e degré</i>) ou entre 111 et 119 dB (<i>3^e degré</i>), aucune perception de la parole, uniquement de bruits très puissants
Déficiência auditive totale	perte tonale de 120 dB et plus, rien n'est perçu

cf., site internet du Bureau international d'Audio-Phonologie au <http://www.biap.org>

Les études documentent également des retards significatifs dans tous les domaines langagiers (cf., Davis, 1974 ; Geers, Kuehn, & Moog, 1981; Osberger, Moeller, Eccarius, Robbins, & Johnson, 1986). Ces enfants ont un vocabulaire restreint, soit environ 250 mots à 5 ans, alors que l'enfant entendant de même âge possède un lexique de 2 000 mots et plus (Dale, 1974). Ils omettent les mots de fonction, ce qui s'explique par le fait qu'ils ne peuvent détecter ces sons, souvent non accentués et difficiles à percevoir à partir de la lecture labiale (Ling, 1989). Les structures sémantiques plus complexes comme le jargon, les homonymes, synonymes et antonymes sont incorrectement produites (Nober & Nober, 1977). Leurs combinaisons de mots débutent vers 30 mois, lorsque leur vocabulaire comprend environ 50 termes (Gregory & Mogford, 1981). Les constructions grammaticales sont habituellement rigides et stéréotypées (Nicholas, Geers, & Kozak, 1994). Entre 6 et 15 ans, leurs habiletés syntaxiques se situent sous la moyenne de celles d'enfants entendants de 3 ans (Geers & Moog 1978)

Plusieurs de ces déficits linguistiques sont irréversibles (Ruben, 1997). Souvent, il ne s'agit pas seulement d'un retard mais d'un développement déviant du langage réceptif et expressif (Robbins, 2000). Qui plus est, ces troubles deviennent plus prononcés avec l'âge (Boothroyd, Geers, & Moog, 1991), puisque les habiletés linguistiques qui se développent tardivement requièrent des formes syntaxiques plus complexes, un vocabulaire accru et des concepts abstraits, bases non maîtrisées chez les enfants sourds (Robbins, Bollard, & Green, 1999).

En résumé, une privation auditive empêche l'enfant d'être exposé aux échanges oraux, ce qui a un effet délétère sur l'acquisition du langage. Les études mettent en évidence le bénéfice d'un diagnostic et d'une prise en charge précoces sur la qualité du langage et de la communication. Si la prise en charge est tardive, il en résulte un délai marqué et souvent irréversible du développement linguistique.

Cependant, pour certains enfants sourds profonds, l'amplification conventionnelle procure peu sinon aucun bénéfice dans la détection sonore et la compréhension orale. Dans certains cas de surdité, seul un traitement palliatif sous forme d'IC peut être envisagé.

1.5 L'IMPLANT COCHLÉAIRE (IC)

Depuis environ deux décennies, un nouveau dispositif électronique, l'IC, a été développé pour favoriser le rétablissement de la conscience sonore. Il procure un accès aux patrons acoustiques de la parole, en convertissant l'énergie sonore mécanique en signaux électriques. Dans la réalité toutefois, le champ électrique fourni par les électrodes n'est pas assez bien délimité pour remplacer la fonction cochléaire. Les IC sont en fait programmés pour procurer une sensation auditive d'une étendue comparable à celle de la parole, mais le signal sonore demeure modifié. Un processus d'apprentissage est nécessaire afin d'interpréter la signification des nouveaux indices auditifs.

Par contre, il est vrai que l'IC favorise le développement des structures auditives centrales, qu'il améliore la perception auditive de l'environnement et qu'il entraîne une meilleure compréhension et production de la parole (Mondain & Uziel, 2003). Son but ultime est de permettre l'acquisition du langage oral dans un contexte plus large de communication et de développement social.

Les deux types d'IC à canaux multiples les plus utilisés jusqu'à maintenant sont les prothèses Nucleus et Clarion. Ils se composent d'une partie externe, portée au dos ou à la taille, et d'une partie interne. La partie externe comprend: un microphone qui capte l'information acoustique et l'envoie à un processeur vocal. Ce dernier code et transforme la vague acoustique en signaux électriques transmis à des électrodes glissées dans la rampe tympanique de la cochlée, près du nerf

auditif. Le processeur vocal peut être programmé pour traiter différentes caractéristiques de la parole (fréquences, amplitudes, indices temporels, etc.). Ces stratégies de codage déterminent le patron de stimulation électrique des électrodes. La stratégie de traitement de la parole peut viser l'extraction d'indices sonores prédéterminés ou laisser au système auditif central la possibilité de faire son propre traitement à partir d'une vague acoustique globale. Les électrodes peuvent également être stimulées de façon simultanée ou séquentielle, pulsatile ou continue, le tout selon différents taux de décharge.

Quant à la partie interne, elle comprend un récepteur-stimulateur, relié au processeur vocal par un système d'antenne de transmission/réception. Le récepteur-stimulateur décode les indices sonores transformés en pulsions électriques et les transmet à des électrodes spécifiques – en général 24 électrodes – selon la fréquence et le voltage prédéterminés. Ces paires de contacts indépendants distribués le long du porte-électrodes stimulent des groupes distincts de cellules du ganglion spiralé de Corti, plus précisément au niveau des dendrites périphériques de la lamina spiralée interne.¹ La figure 1 présente un modèle d'IC et ses différents constituants. À l'appendice A, on retrouve les critères de candidature approuvés par la Food and Drug Administration en ce qui a trait à l'implantation pédiatrique.

Ce qui nous intéresse par ailleurs est de savoir comment le cerveau compense suite à une perte d'afférences sensorielles, et de quelles façons l'implantation contribue à la réorganisation cérébrale. Quels sont les changements dans le système nerveux associés à une telle reprise artificielle de la stimulation auditive? C'est ce dont il sera question dans la prochaine section.

¹ Pour en savoir plus, voir Harrison, 1987; Truy & Lina, 2003; Staller, Beiter, & Brimacombe, 1994.

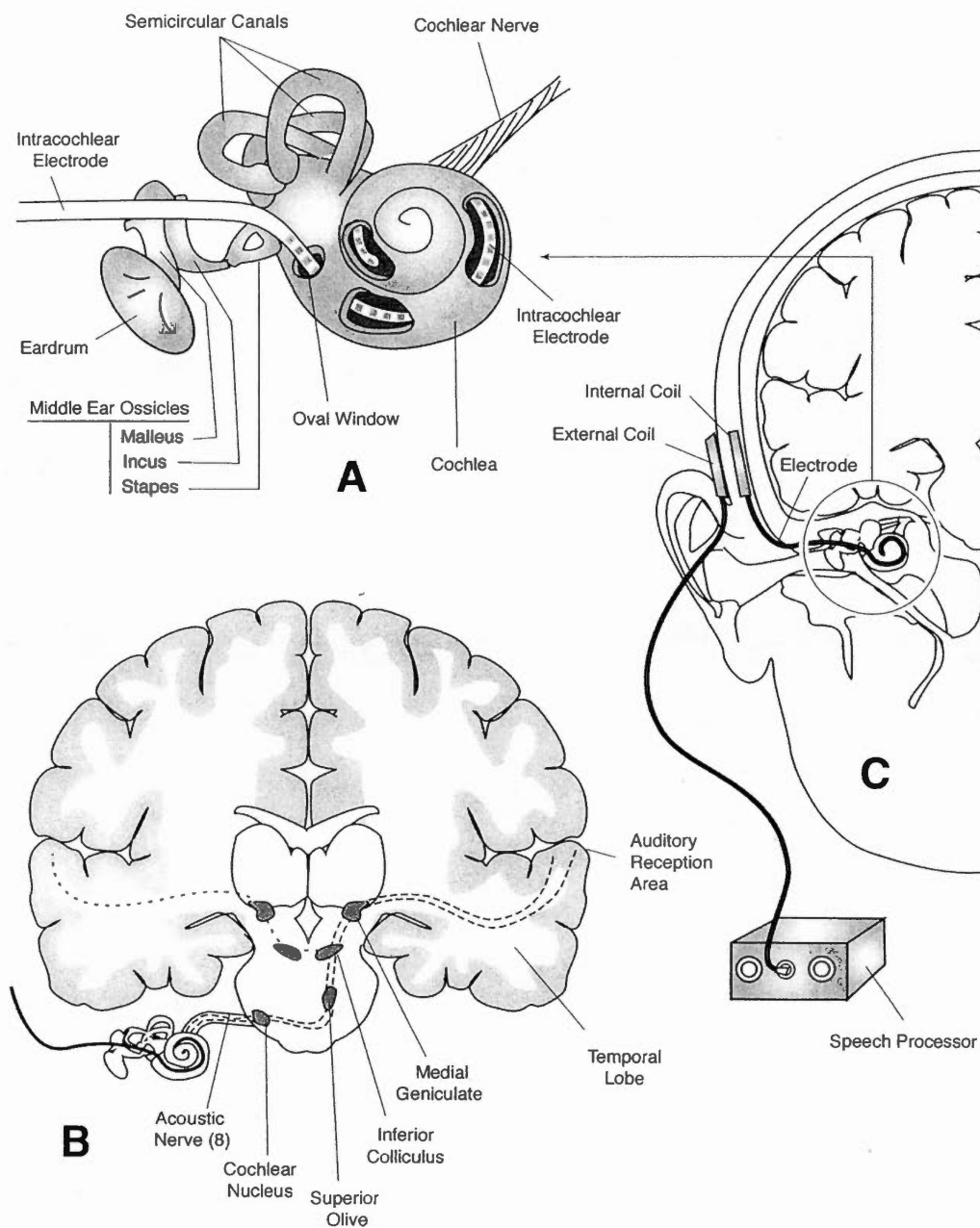


Figure 1. Représentation de l'oreille interne et de l'électrode intracochléaire (a); du système auditif (b); et du positionnement de l'IC (c).

Tiré de Ouellet & Cohen, 1999.

1.6 AFFÉRENCES AUDITIVES ET ORGANISATION CÉRÉBRALE

1.6.1 La privation auditive et son impact sur l'organisation cérébrale

La privation auditive cause une dégénérescence étendue du système auditif central (Leake, Snyder, Hradek, & Rebscher, 1992; Ryugo, Rosenbaum, Kim, Niparko, & Saada, 1998), en dépit de certaines connexions neuronales fonctionnelles remarquées chez les animaux (Hartmann, Shepard, Heid, & Klinke, 1997; Klinke, Kral, Heid, Tillein, & Hartmann, 1999). Une surdité congénitale ou commençant dans les premières années de vie empêche la pleine maturité du réseau nerveux auditif (Kral, Hartmann, Tillein, Heid, & Klinke, 2001; Webster & Webster, 1979; Ruben & Rapin, 1980). Il y a moins de synapses dans le système nerveux central (Perier, Alegria, & Buyse, 1984) et les connexions intracorticales demeurent immatures (Innocenti & Frost, 1979). Au niveau périphérique, il y a dégénérescence des cellules du ganglion spiralé et des fibres du VIII^e nerf (Webster & Webster, 1981). Plus la durée de la surdité est longue, plus l'activité auditive corticale est faible (Ito, Iwasaki, Sakakibara, & Yonekura, 1993; Pelizzone, Kasper, Hari, Karhu, & Montandon, 1991; Jordan et al., 1997).

En l'absence d'input sonore, le système nerveux auditif se réorganise et des représentations cérébrales atypiques apparaissent, avec effets de compétition et de compensation. Par exemple, chez les sourds congénitaux, la stimulation visuelle évoque des réponses plus grandes sur la surface du cortex temporal, une région normalement associée au traitement auditif (Neville, Schmidt & Kutas, 1983). De plus, la dominance cérébrale gauche pour le langage est remplacée par une dominance droite ou une implication bilatérale pour la production de la parole chez les enfants sourds précoces. On ne retrouve pas cette organisation atypique chez les enfants sourds postlinguaux, ce qui soutient la notion de période critique pour la latéralisation cérébrale,

période durant laquelle la stimulation auditive serait requise pour activer la dominance hémisphérique habituelle (Marcotte & Morere, 1990).

Un parallèle peut être établi avec le traitement de l'information visuelle, où l'absence d'input précoce handicape (ex., Lewis & Maurer, 2005). Cette perte d'afférences entraîne une réorganisation du cortex visuel primaire et supérieur, comme c'est le cas dans le cortex auditif lors d'une privation auditive. Les capacités visuelles sont meilleures si la cécité est traitée durant les premières années de vie (Ellemberg, Lewis, Maurer, Lui, & Brent, 1999), alors que les circuits neuronaux visuels peuvent encore récupérer. Nous avons vu qu'il existe une plasticité intermodale dans les cas de surdité prolongée. Le même phénomène se produit au niveau visuel; s'il n'y a pas d'inputs visuels durant une longue période, le cortex visuel devient spécialisé pour d'autres fonctions (Maurer, Lewis, & Mondloch, 2005). Les études d'imagerie confirment que le cortex visuel d'adultes aveugles depuis l'enfance est recruté pour le traitement d'inputs tactiles et auditifs (Théoret, Merabet, & Pascual-Leone, 2004).

1.6.2 La stimulation électrique et son impact sur l'organisation cérébrale

La stimulation électrique exerce un rôle protecteur sur le système auditif en développement (Shepherd, Hartmann, Heid, Hardie, & Klinke, 1997). Par exemple, elle prévient partiellement chez les animaux sourds l'atrophie dans le tronc cérébral auditif (Chouard, Meyer, Josset, & Buche, 1983). Une réafférentation électrique favorise la reprise de l'activité neuronale dans le cortex auditif primaire chez les adultes sourds congénitaux et prélinguaux, même après une très longue période de privation sensorielle (15-20 ans; Truy et al., 1995). L'IC réactive chez ces adultes les mécanismes cérébraux sous-jacents à la compréhension de la parole et le métabolisme redevient presque normal dans le cortex auditif primaire et dans certaines parties du cortex associatif (Ito et al.,

1993). Chez les adultes sourds postlinguaux à qui l'on fait entendre des stimuli verbaux, il y a une activation des aires cérébrales qui sous-tendent le traitement du langage, mais il existe des différences dans le niveau d'activation; l'activation se fait davantage dans les aires qui participent au traitement phonologique plutôt que sémantique. Des stratégies adaptatives à court terme ou une réorganisation à long terme pourraient expliquer ces différences (Giraud et al., 2000).

Par ailleurs, il y aurait une période importante pour le développement des voies auditives, au-delà de laquelle le système nerveux perd cette plasticité. Cependant, il existe peu d'informations quant à l'âge qui marque la fin d'une telle période. Des études montrent que chez les enfants sourds congénitaux et prélinguaux implantés à 11 ans ou après, il y a peu ou pas de changements de la propagation synaptique dans les voies auditives périphériques et centrales même après 2 ans de stimulation électrique. Les enfants implantés à 7 ans ou après montrent de plus grandes latences de transmission synaptique lorsqu'ils entendent les sons de la parole, qui diminuent légèrement après 1 an d'expérience avec l'IC. Chez les enfants implantés avant 3,5 ans, les latences de propagation synaptique diminuent rapidement dès les premiers mois d'implantation (Sharma, Dorman, & Spahr, 2002). Ceci suggère que les voies auditives centrales n'ont pas subi de dégénérescence significative durant cette période et qu'elles sont demeurées relativement fonctionnelles.

Le système nerveux central des enfants implantés avant 6 ans peut encore se modifier en fonction des afférences environnementales (Manrique et al., 1999). Cependant, les réseaux axonaux fonctionnels dans les couches superficielles du cortex auditif ne se développent pas chez les enfants implantés entre 6 et 8 ans (Ponton & Eggermont, 2001). L'activation par la parole des aires auditives associatives, évaluée par tomographie par émission de positons, est limitée chez les enfants sourds prélinguaux de 8 ans et plus. Par contre, après 3 ans d'utilisation de l'IC,

un des deux enfants sourds prélinguaux de l'étude montre un flot sanguin cérébral accru, en corrélation avec l'amélioration de sa perception de la parole (Fujiki et al., 2000). Les effets cérébraux d'une privation sonore sont donc plus faciles à corriger en bas âge, mais ne sont pas totalement irréversibles avant la puberté.

La plasticité intermodale est un dernier processus qui limite la portée de la stimulation auditive. On observe chez les enfants sourds prélinguaux un hypométabolisme dans les aires temporales supérieures et frontales inférieures suite à une stimulation linguistique. Ceci s'expliquerait par le fait que les réseaux neuronaux qui sous-tendent d'autres systèmes sensoriels, comme le système visuel ou somatosensoriel, ont pris de l'expansion en l'absence de stimulations auditives (Rauschecker, 1995). Des fonctions langagières à caractère visuel, comme l'interprétation du langage signé (Nishimura et al., 1999) ou de la lecture labiale (Calvert et al., 1997), peuvent également recruter des aires du cortex auditif. L'absence d'amélioration auditive et langagière suite à l'implantation suggère que des substrats neuronaux du cortex auditif puissent être relégués de façon permanente à d'autres processus cognitifs. L'étendue du recrutement intermodal dans le cortex auditif est corrélée à la durée de la surdité. Au-delà de 6,5 ans, la réorganisation corticale due à la plasticité intermodale est plus difficile à renverser (Lee et al., 2001).

Ce que l'on retient de ces études est qu'une privation sensorielle entraîne une réorganisation cérébrale et diverses stratégies adaptatives. Par la stimulation électrique de l'IC, on peut induire dans le cerveau une activation de certaines aires afin de donner lieu au développement de la perception et du langage oral. Cependant, il semble que cette réactivation doive se produire dans une certaine période temporelle, au moment où le cerveau est encore sensible aux afférences environnementales.

Ces informations sont essentielles en regard de l'implantation cochléaire, puisqu'elles nous informent d'une part que cet appareil a le potentiel de favoriser la reprise d'une activité cérébrale efficace au traitement du langage et d'autre part qu'il y a un âge limite pour promouvoir l'acquisition du langage chez l'enfant. Nous verrons dans la prochaine section comment le langage émerge d'une stimulation auditive tardive et artificielle.

1.7 IMPLANT COCHLÉAIRE ET ACQUISITION DU LANGAGE

Des améliorations significatives au plan de la perception et de la production de la parole suite à l'implantation ont été notées (cf., Ouellet & Cohen, 1999). Cependant très peu d'études se sont penchées sur l'acquisition du langage, plus spécifiquement aux plans lexical, grammatical, syntaxique, morphologique et sémantique. Bien qu'il existe une relation entre les habiletés de parole et celles de langage chez les enfants implantés (Blamey et al., 2001, Pisoni, Svirsky, Kirk, & Miyamoto, 1997), la contribution de l'IC comme tel sur le développement du langage n'a pas encore été établie. Les recherches sont caractérisées par une importante variabilité inter-individuelle, avec des performances qui vont d'un retard langagier sévère après 2 ans d'implantation à un développement comparable à la normale (Richter, Eissele, Laszig, & Lohle, 2002). Bien que l'IC favorise un style de communication vocal/auditif, il reste difficile pour ces enfants implantés de communiquer oralement en groupe ou lors d'activités ludiques lorsque le principal médium de communication est la parole (Preisler, Ahlström, & Tvingstedt, 1997). Par contre, leurs performances langagières sont souvent supérieures à celles des enfants sourds avec prothèse conventionnelle (Tomblin, Spencer, Flock, Tyler, & Gantz, 1999; Tye-Murray, Spencer, & Woodworth, 1995; Miyamoto,

Svirsky, & Robbins, 1997). Voyons plus précisément ce qui se dégage des quelques études réalisées sur l'émergence du langage post-IC.

1.7.1 Développement lexical, syntaxique et grammatical

À partir des résultats linguistiques globaux, recueillis bien souvent via des batteries standardisées, des forces sur les plans sémantique et lexical ont été mises en évidence chez les enfants implantés, tandis que des faiblesses ont été objectivées aux plans grammatical, syntaxique et morphologique, des tâches qui requièrent diverses habiletés cognitives (par ex., la mémoire à court terme), conceptuelles (comme le temps, la localisation, la coordination) et linguistiques de base (Young & Killen, 2002).

On s'aperçoit également que le taux de croissance du langage réceptif et expressif est significativement plus élevé suite à l'intervention. Après 1 an d'utilisation de l'IC, ce taux peut être semblable, dans certains cas, à celui d'enfants entendants, c'est-à-dire approximativement 12 mois de développement langagier pour une période de 12 mois. En comparaison, le langage des enfants sourds avec aide conventionnelle croît d'environ 5 mois au cours d'une année (Miyamoto et al., 1997).

L'apprentissage linguistique chez les enfants implantés est même souvent accéléré relativement à la norme. Par exemple, leur âge langagier réceptif et expressif peut augmenter de 9 mois après seulement 6 mois d'utilisation de l'IC, lorsque testés pour la manipulation d'objets, la compréhension d'instructions et la production de phrases. Il arrive aussi que les capacités expressives et réceptives ne s'améliorent pas au même rythme (cf. Bollard, Popp, Chute, & Parisier, 1999; Robbins, Svirsky, & Kirk, 1997).

Après une année d'implantation, les habiletés langagières peuvent dépasser de 7 mois les prédictions faites sur la base de la seule

maturation. Après 36 mois d'implantation, la syntaxe et le vocabulaire expressifs et réceptifs peuvent se situer au 72^e et 86^e percentile respectivement, lorsque comparés à des enfants sourds de même âge (Geers & Moog, 1990).

Certains auteurs ont suggéré que cette acquisition accélérée puisse être redevable à un apprentissage incident du langage, grâce à une exposition aux échanges verbaux de l'environnement. Cette exposition naturelle n'est pas possible pour les enfants sourds avec prothèse conventionnelle, à qui l'on doit enseigner directement et explicitement les structures du langage oral (Robbins et al., 1997). De plus, des gains langagiers rapides sont susceptibles de survenir durant les six premiers mois, alors que les tâches linguistiques sont plus simples et que le retard à combler est important (Robbins, Green, & Bollard, 2000). Le développement linguistique semble ralentir par la suite, puisque les habiletés langagières qui évoluent plus tardivement requièrent des formes syntaxiques plus complexes, un vocabulaire accru et davantage de concepts abstraits. De plus, rappelons que les enfants qui montrent des poussées langagières supra-normales sont plus vieux que les enfants auxquels ils sont comparés. Ils sont capables au plan cognitif d'utiliser les construits linguistiques, ils ont des stratégies de compréhension non verbale et une connaissance du monde plus sophistiquées (Moeller & McConkey, 1984).

Ces hauts niveaux de croissance langagière laissent envisager qu'éventuellement, une compétence linguistique à peu près normale pourrait être atteinte. Cependant, ce n'est pas ce qui est observé dans la réalité, parce que ces taux accélérés ne demeurent pas constants. Le rythme peut même diminuer au cours du suivi, comme dans cette étude où l'âge langagier ne s'améliore que de 3 mois entre le 6^e et 12^e mois post-IC (Robbins et al., 2000). Ce phénomène reflète le développement normal de l'enfant, caractérisé par des inégalités dans le taux de croissance. En effet, Piaget et Inhelder (1969) ont décrit la notion

d' «équilibre», dans laquelle des périodes de gains rapides dans une habileté cognitive sont suivies par des ralentissements, pour tendre vers une stabilisation de ces habiletés dans le temps.

Par ailleurs, d'autres études se sont intéressées à des variables linguistiques en particulier. L'étude du lexique par exemple s'est faite à travers plusieurs études de cas. Selon une étude, le patron d'acquisition lexicale d'un enfant implanté serait comparable à celui d'enfants entendants de même âge auditif : d'abord des mots produits sous imitation, puis une explosion du vocabulaire de 50 à 100 mots à un âge auditif de 18 mois, suivi des combinaisons de mots à 2 ans post-IC. On rapporte également l'avantage du vocabulaire réceptif sur le lexique expressif (Robinshaw, 1996).

Une autre étude de cas réalisée sur 2 ans révèle une diminution du nombre de non mots de 95% à 3% pour un vocabulaire oral de 100 mots. En comparaison, les enfants normaux produisent approximativement le double de mots que de non mots lorsque leur vocabulaire expressif atteint 50 mots (Robb, Bauer, & Tyler, 1994). Le nombre de mots différents des enfants implantés demeure bien en-dessous de la moyenne (Ertmer, Strong, & Sadagopan, 2003).

Dans une autre étude de cas menée un an après l'implantation, la séquence de développement des classes de mots diverge quelque peu de la norme. L'enfant produit les noms, verbes et prédicats dans des proportions très similaires aux adultes (Willis & Edwards, 1996). Les enfants entendants de même âge auditif produisent plutôt une plus grande proportion de noms comparativement aux verbes et prédicats (Bates et al., 1994). Il existe également une différence significative dans l'utilisation de conjonctions pour lier les relations sémantiques à 4 ans post-IC, en faveur des enfants entendants (Crosson & Geers, 2000).

Chez les enfants implantés francophones, le nombre d'éléments lexicaux détectés et produits augmente au cours des trois premières années post-opératoires, en ce qui a trait aux verbes, pronoms et

adjectifs. Les enfants emploient davantage de mots de contenu que de mots de fonction. L'acquisition du vocabulaire réceptif demeure dépendante de l'ouïe résiduelle (Vieu et al., 1998).

Par ailleurs, bien qu'un bon vocabulaire ne soit pas garant du développement grammatical (Szagun, 2000), on observe chez les enfants implantés une amélioration du patron de phrases spontanées, avec phrases ou pseudo-phrases présentes 3 ans après l'intervention chez des enfants francophones (Vieu et al., 1998). Cette amélioration graduelle de la syntaxe est aussi rapportée en anglais (Hasenstab & Tobey, 1991).

La LME peut passer de 1.8 à 4.8 mots 18 mois après l'intervention, bien que la majorité des énoncés ne contiennent qu'un ou deux mots. Les enfants produisent d'abord des énoncés de deux mots et acquièrent les constructions nom-verbe. À 3 ans post-IC, ils forment des phrases de plusieurs mots (Bollard et al., 1999).

L'IC permet aussi une meilleure utilisation des morphèmes grammaticaux (Spencer, Tye-Murray, & Tomblin, 1998). Des enfants implantés vers 4,8 ans possèdent une compréhension de phrases et une grammaire expressive orale et signée significativement meilleures que leurs pairs sourds avec prothèse conventionnelle. Après une année d'utilisation de l'IC, la syntaxe expressive dépasse le 95^e percentile des enfants sourds pour environ un tiers des enfants implantés et pour environ les deux tiers après 5 ans. Un effet de plafonnement quant à la compréhension de phrases est remarqué chez plusieurs de ces enfants (Tomblin et al., 1999).

Au plan de la morphosyntaxe, l'acquisition des contrastes morphologiques et des régularités structurales semble difficile parce que l'IC offre une représentation quelque peu grossière des contrastes sonores de la langue (Pisoni, 2000). Les enfants implantés peuvent tout de même entendre et produire des sons associés à la morphologie et produisent significativement plus de morphèmes que les enfants qui reçoivent une aide conventionnelle (Spencer et al., 1998).

Finalement, mentionnons que certaines recherches ne sont pas aussi concluantes quant au bénéfice de l'IC sur le développement du langage. Miyamoto et al. (1992) soulignent que la croissance du vocabulaire réceptif est limitée sur une période de 2,5 ans post-IC. Ce n'est qu'à la 5^e année que le groupe implanté apprend le vocabulaire à un taux quelque peu accéléré (Truy et al., 1998). Même après 5 ans, les habiletés langagières expressives et réceptives peuvent demeurer déficitaires relativement à la performance de pairs entendants de même âge (Young & Killen, 2002). Dans la même veine, Hasenstab et Tobey (1991) ne relèvent aucune augmentation significative de la LME après 2 ans d'utilisation de l'appareil. Même conclusion dans une étude de cas où les énoncés de plusieurs mots n'augmentent pas de façon marquée durant les deux premières années de suivi. Par contre, durant la troisième année, les phrases à plusieurs mots dominent enfin, indiquant que l'enfant acquiert les habiletés syntaxiques requises pour transmettre des idées plus complexes (Ertmer et al., 2003). Par contre, après 3 ans d'utilisation de l'IC, seulement 10% des enfants produisent des phrases avec plus d'une forme du verbe (Inscoc, 1999).

Les études de langage menées auprès d'enfants sourds congénitaux et prélinguaux implantés ont en général eu recours à des batteries standardisées, administrées dans le mode de communication préféré de l'enfant. Ce type de cueillette éclaire sous un jour beaucoup plus favorable qu'il ne l'est en réalité le développement du langage oral post-IC. Qu'en est-il vraiment de l'acquisition linguistique en situation de production naturelle?

1.7.2 Interactions spontanées et transcriptions du CHILDES

À ce jour, peu de recherches ont été effectuées à partir d'interactions entre adultes et enfants implantés afin d'étudier

l'acquisition du langage en situation écologique. Encore moins ont analysé ces interactions par le biais de procédures informatisées, dont l'une des plus connues est le Child Language Data Exchange System (CHILDES ; MacWhinney & Snow, 1985, 1990; MacWhinney, 2000a, 2000b). À l'aide de ces techniques, Ouellet, Le Normand, et Cohen (2001) ont rapporté, pour des enfants francophones, des LME situées à deux écarts-types sous la norme après 18 mois de suivi et un vocabulaire également à plus de deux écarts-types sous la norme après 3 ans. On retrouve de grandes différences inter-individuelles, soit des enfants qui progressent constamment dès la première année, des enfants qui ne s'améliorent qu'après 18 mois d'expérience avec l'IC, et d'autres qui ne progressent pas du tout. Des difficultés significatives sont remarquées pour plus du tiers des catégories lexicales étudiées. Les déficits touchent principalement l'accès aux verbes, les mots reliés aux verbes (par ex., les pronoms) et les autres mots de fonction (par ex., les déterminants, les prépositions). Malgré une bonne diversité lexicale, la productivité totale demeure significativement réduite (Le Normand, Ouellet, & Cohen, 2003).

Une autre équipe de chercheurs s'est penchée essentiellement sur le développement grammatical et morphologique d'enfants allemands, en étudiant des transcriptions de conversations spontanées. Une de leurs études montre des différences significatives dans le style de traitement de l'information verbale. Un des enfants sourds implantés utilisait un apprentissage plutôt holistique, par coeur, avec acquisition lente de la grammaire, mots tout-aller, LME de 2.7 morphèmes après 3,6 ans de suivi et morphologie limitée à quelques marques de nombre et de genre dans des contextes répétitifs, sans généralisation. L'autre enfant avait un style davantage analytique, avec progression rapide de la LME (5.6 morphèmes après 2 ans de suivi), morphologie et syntaxe plus complexes (sujet-verbe-objet + adverbe, coordination, subordination),

avec par contre plus d'erreurs morphologiques initialement (Szagun, 1997).

De plus, après un suivi de 36 mois, 12 enfants sur 22 demeurent encore loin derrière leurs pairs entendants quant à la complexité grammaticale, sans dépasser le stade de deux mots. Cependant, trois enfants présentent un progrès normal et atteignent un stade de grammaire complexe – LME de 4 – après 18 mois d'expérience avec l'IC et sept atteignent ce niveau de compétence grammaticale mais plus lentement que le rythme observé normalement (Szagun, 2002). L'acquisition langagière plus lente chez la majorité de ces enfants traduirait une sensibilité maturationnelle réduite pour la construction de la grammaire, à un moment où la période favorable à l'établissement de ce type d'analyse est dépassée. Cependant, le développement syntaxique adéquat remarqué chez certains enfants va à l'encontre d'une période critique telle qu'énoncée par Locke (1997).

Au cours d'un autre suivi réalisé sur 18 mois auprès de 10 enfants implantés, tous les enfants ont montré une amélioration des habiletés grammaticales et morphologiques, bien que leurs progrès furent plus lents que la norme. Ils acquièrent substantiellement moins de mots de fonction grammaticaux tels que les copules, verbes modaux et articles définis et indéfinis (Szagun, 2000). Sur 36 mois de suivi, en dépit d'une augmentation de l'emploi des articles, on retrouve toujours peu d'articles pour des LME entre 2.25 et 2.75. De plus, le patron d'erreurs diffère de celui observé normalement; chez les enfants entendants, les erreurs de nombre prédominent alors que chez les enfants implantés ce sont les erreurs de genre, les omissions ou les substitutions. Ces erreurs, à des niveaux élevés de LME, suggèrent un système morphologique sous-évolué (Szagun, 2004).

La meilleure utilisation relative des mots de contenu par rapport aux mots grammaticaux dans cette population peut s'expliquer par un biais dans l'input langagier adulte, puisque le discours des mères

d'enfants implantés contient plusieurs mots de contenu (Boosman & Szagun, 1998), par les programmes de rééducation qui favorisent la dénomination d'objets, ou par des déficits dans le traitement séquentiel des stimuli auditifs (Tallal, Stark, Clayton, & Mellitis, 1980), en particulier en mémoire de travail, qui contribuent à l'omission d'articles. Puisque certains sons de la parole ne peuvent être traités, les enfants miseront sur la préservation de données sémantiques tels les mots de contenu au détriment des indices grammaticaux (Szagun, 2000).

Par ailleurs, il est clair que les problèmes d'acuité auditive, présents même avec l'IC, contribuent aux difficultés morphologiques et grammaticales. En effet, les mots de contenu sont plus saillants au niveau perceptuel et plus accentués que les mots de fonction, qui sont difficilement perçus et traités (Szagun, 2004). Une étude spécifique que les déficits morphologiques affectent davantage l'acquisition des articles de faible saillance perceptuelle et les inflexions de nombre et de genre que les marques grammaticales reliées aux mots de contenu (Szagun, 2002). Cette hypothèse de saillance perceptuelle est renforcée par une étude auprès d'enfants anglophones implantés, où les aspects morphologiques plus saillants (copule) sont mieux produits, suivis des aspects de saillance intermédiaire (nom pluriel) et de faible saillance (temps passé). La morphologie ne se développe donc pas selon un patron normal mais est influencée par les déficits perceptifs (Svirsky, Stallings, Ying, Lento, & Leonard, 2002).

Ce qu'on peut retenir, c'est la présence de variabilité individuelle dans la nature et le rythme d'émergence du langage suite à une stimulation auditive artificielle. En dépit d'améliorations substantielles, il semble que les enfants implantés présentent des retards de langage durables comparativement aux enfants normaux ou sourds qui apprennent le langage signé, les deux progressant au même rythme

(Petitto, 1993). Il n'est pas clair que le retard langagier de ces enfants implantés se stabilise ou diminue dans le temps.

On a avancé que certains facteurs puissent influencer sur la variabilité linguistique post-implantatoire. Nous examinons maintenant le rôle de ces principales influences.

1.8 FACTEURS MÉDIATEURS DES PERFORMANCES LANGAGIÈRES SUITE À L'IMPLANTATION

Les effets de l'IC au niveau auditif et langagier sont très variables et difficilement prédictibles. La littérature fait état de divers facteurs d'influence, dont le rôle et l'importance relative demeurent mal connus. Ces variables prédictives, de nature médicale, psychologique, cognitive, technologique, psychosociale et environnementale, affectent seules ou de façon combinée les performances langagières après l'intervention et pourraient expliquer les différences inter-individuelles objectivées.

1.8.1 Âge au moment de la surdité

Plus l'âge au moment de la surdité est tardif, moins il y a dégénérescence du système auditif central (Harrison, Stalon, Ibrahim, Nagasawa, & Mount, 1993) et meilleur sera le développement de la parole et du langage (Balkany, Hodges, Miyamoto, Gibbin, & Odabassi, 2001). Il n'y aurait pas de retour spontané du langage verbal pour les enfants devenus sourds avant l'âge de 4 ans (Vernon, 1967). Par contre, une surdité postlinguale qui survient à 5,9 ans donne lieu à une récupération du langage selon les stades habituels de développement, jusqu'à l'atteinte d'un langage normal après 2 ans, puisque des traces mnésiques langagières sont apparemment demeurées au niveau cérébral (Ito, Suzuki, Toma, Shiroma, & Kaga, 2002).

En ce qui concerne les surdités congénitales et prélinguales, les différences aux plans de la parole et du langage ne sont pas unanimes. Il est vrai que la surdité congénitale prive les enfants de toute expérience sonore, ce qui les fait progresser moins rapidement au niveau oral suite à l'implantation que les enfants qui ont bénéficié d'une telle expérience aussi courte fut-elle (Truy & Lina, 2003). Cependant, malgré un avantage initial des enfants avec perte auditive acquise relativement aux enfants avec surdité congénitale quant à la reconnaissance de la parole, l'écart diminuerait avec le temps (Francis & Niparko, 2003). D'autres ne trouvent aucune différence significative dans la perception des sons de la parole entre enfants sourds congénitaux et prélinguaux; seuls les sujets devenus sourds à 5 ans ou après présentent un avantage perceptuel (Osberger, Todd, Robbins, Berry, & Miyamoto, 1991).

1.8.2 Âge à l'implantation

De façon générale, plus l'implantation est réalisée à un âge précoce, meilleur sera le développement du langage et plus réduit sera le délai langagier (Tye-Murray et al., 1995; Fryauf-Bertschy, Tyler, Kelsay, & Grantz, 1997; Svrisky, Robbins, Kirk, Pisoni, & Miyamoto, 2000). Une implantation en très bas âge permet de tirer profit de la plus grande plasticité neuronale du système auditif et procure un accès aux sons durant les années cruciales de l'acquisition du langage, années où les jeunes enfants possèdent des habiletés à apprendre de façon incidente. L'ouïe doit être intégrée au système nerveux central avant que l'enfant n'ait pu dépendre de modalités sensorielles alternatives. Un enfant qui n'a pas reçu d'input auditif durant les cinq premières années de vie et qui a établi un système de communication manuelle présentera une réponse plus lente à l'IC.

De plus, la structure tonotopique de la cochlée et le patron d'excitation du nerf cochléaire s'établissent au niveau de l'hémisphère

gauche durant les premières années de vie (Marcotte & Morere, 1990). Une implantation précoce limitera la perte de cellules ciliées sensorielles due à la surdité, qui elle-même résulte en une dégénérescence rétrograde des cellules du ganglion spiralé, des fibres du nerf cochléaire et des cellules des noyaux cochléaires (Webster & Webster, 1979).

Une implantation précoce favorise donc des taux d'acquisition du langage oral plus près de la norme (Osberger, Zimmerman-Phillips, & Koch, 2002), un meilleur développement du vocabulaire (Bollard et al., 1999) et elle est corrélée à la croissance de la LME (Szagun, 2002). Les enfants implantés avant 18 mois apprennent le langage à un taux presque normal, parfois même accéléré, contrairement aux enfants implantés entre 41 et 48 mois (Hammes et al., 2002). La majorité des enfants implantés avant 19 mois atteignent des niveaux langagiers expressif et réceptif équivalents ou au-dessus de leur âge chronologique alors que la majorité de ceux implantés entre 20 et 25 mois présentent des retards langagiers (Miyamoto et al., 1997). De la même façon, l'implantation avant 3 ans amène une augmentation plus marquée des habiletés réceptives et expressives qu'entre 3 et 5 ans (Kirk et al., 2002).

L'avantage d'une prise en charge précoce de la surdité est rapporté pour tous les niveaux socio-économiques, groupes ethniques, âges, genres, degrés de perte auditive ainsi que pour ceux qui utilisent la parole seule ou avec le langage signé (Yoshinaga-Itano, Coulter, & Thomson, 2000)

Par contre, certaines études ne peuvent mettre en évidence le rôle significatif de l'âge à l'implantation. Miyamoto, Kirk, Svirsky, et Sehgal (1999) ne trouvent pas de différence entre les enfants implantés entre 2-3 ans et ceux implantés entre 3-4 ans quant au développement de la parole expressive 6 mois après l'opération. Des enfants implantés avant 2 ans présentent un développement auditif similaire à des enfants implantés entre 2 et 6 ans (Anderson et al., 2004). De plus, l'âge minimal optimal n'est pas clairement défini. Certains pré-adolescents arrivent à s'adapter au signal de la parole perçu via l'IC (Eisenberg, Berliner, Thielemeir,

Kirk, & Tiber, 1983). Par contre, après 5 ans environ, les enfants sourds profonds congénitaux éprouvent de grandes difficultés à élaborer un langage oral structuré à travers la perception de la parole. Au-delà de 7 ans, l'information sonore risque de ne plus favoriser le développement de la mémoire acoustique cérébrale (Belal, 1987). Les enfants plus âgés demeurent plus dépendants de l'instruction didactique et thérapeutique, une méthode qui est moins efficace pour la maîtrise naturelle d'une langue (Robbins et al., 1999).

1.8.3 Durée de la surdité

L'amélioration des performances auditives suite à l'implantation est inversement proportionnelle à la durée de la privation sensorielle (Staller, Beiter, Brimacombe, & Mecklenburg, 1989). Le peu de bénéfice retiré de l'implantation chez les personnes sourdes de longue date peut être lié à des facteurs psycho-sociologiques (comme par exemple une faible motivation, des moyens de compensation, etc.) et à des causes physiologiques, puisque la durée de la surdité est fortement reliée à l'état d'éléments neuronaux périphériques (cellules du ganglion spiralé) et centraux (traitement nerveux, potentiel de réapprentissage, mémoire des sons de la parole, etc.; Nadol, Young, & Glynn, 1989; Knutson et al., 1991). La durée de la surdité compterait parfois pour environ 20% de la variance dans la compréhension de la parole (Tyler & Summerfield, 1996), mais elle n'est pas toujours corrélée au rendement linguistique (Gantz et al., 1988; Kileny, Zimmerman-Phillips, Kemink, & Schmaltz, 1991; Waltzman, Fisher, Niparko, & Cohen, 1995).

1.8.4 Étiologie et éléments neurosensoriels

L'étiologie détermine également la survie des composantes neuronales périphériques et centrales (Cohen, Waltzman, & Fisher, 1993) et elle est

reliée à la qualité d'analyse des signaux de la parole venant de l'IC (Gantz et al., 2000). Une surdité héréditaire syndromique (par ex., le syndrome de Usher, celui de Waardenburg) entraîne un moins bon langage réceptif et une moins bonne intelligibilité après 4 et 5 ans d'implantation qu'une surdité héréditaire non syndromique (mutation de la connexin 26 par exemple) ou inconnue (Rajput, Brown, & Bamiau, 2003). Par ailleurs, il semble que la méningite entraîne de moins bonnes performances auditives que les autres étiologies, étant donné ses effets secondaires néfastes : problèmes neurologiques, populations neuronales cochléaires réduites, ossification cochléaire, formation de tissu fibreux (cf., Battmer, Gupta, Allum-Mecklenburg, & Lenarz, 1995).

Toutefois, les différences langagières liées aux étiologies congénitales et acquises tendent à diminuer avec le temps (Grant, Cheng, & Niparko, 1999). De plus, l'étiologie ne compterait que pour une proportion infime de la variance expliquée quant à la performance auditive et linguistique post-implantatoire; sa contribution reste limitée à quelques types de maladie (Blamey et al., 1996).

1.8.5 Ouïe résiduelle

Les enfants qui ont une ouïe résiduelle supérieure ont de meilleurs résultats dans les tests de perception de la parole (Cowan et al. 1997) et une intelligibilité accrue puisque le feedback auditif est plus accessible (Boothroyd, 1984). Cette supériorité linguistique est en partie attribuable au nombre plus élevé de cellules fonctionnelles du ganglion spiralé associé à de meilleurs seuils audiométriques (Spoendlin, 1979). Le taux d'acquisition du vocabulaire réceptif peut aller de 0.37 à 0.68 selon le degré d'ouïe sans IC (Geers & Moog, 1988).

L'apprentissage lexical est plus rapide chez les enfants avec seuils auditifs non amplifiés entre 90 et 104 dB comparativement à des seuils de 105 dB et plus (Boothroyd et al., 1991). L'ouïe résiduelle prédirait

également la croissance de la LME et expliquerait de 30 à 72% de la variabilité au plan grammatical (Szagun, 2002), parce qu'une ouïe limitée rend les éléments linguistiques de faible saillance perceptuelle comme les mots de fonction difficiles à acquérir. Notons toutefois que des enfants sourds avec audiogrammes similaires peuvent avoir un développement langagier différent et inversement (de Quiros, 1980). De même, tous les enfants qui ont une perte auditive neurosensorielle profonde (seuil > 95 dB) ne sont pas candidats à l'implantation.

1.8.6 Habiletés langagières avant l'implantation

Les compétences de communication pré-opératoires contribueraient aux variations dans la perception de la parole des enfants implantés (Tait, Lutman, & Nikolopoulos, 2001). Cependant, elles ne seraient pas un prédicteur significatif de la performance langagière post-IC (Miyamoto et al., 1997). De plus, l'absence de babillage ne constitue pas toujours un bon indicateur de l'intelligibilité et de la compétence vocale ultérieure (Wallace, Menn, & Yoshinaga-Itano, 2000).

Par ailleurs, des corrélations ont été établies entre la maîtrise de la langue des signes américaine et celle de l'anglais oral chez les enfants sourds (Strong & Prinz, 1997). Certains ont montré que la maîtrise de la communication gestuelle ne nuisait pas à l'acquisition du langage oral; un enfant qui, à 2 ans, communiquait via un langage gestuel utilise spontanément le langage verbal dans la majorité des situations 1 an après l'implantation (Dauman et al., 1996). Ces enfants sourds qui ont appris le langage manuel surpassent les enfants sourds qui n'ont acquis aucune langue, et ce sur plusieurs mesures de la maîtrise de l'anglais (Moore & Sweet, 1990). Leur maîtrise du langage gestuel pourrait favoriser la conceptualisation des pensées et permettre de donner un sens aux signaux électriques transmis (Dauman et al., 1996). Les gestes favoriseraient l'utilisation de symboles, une composante essentielle du

développement cognitif (Szagun, 2002). Ils permettraient de prendre part au monde, d'interagir avec les autres et de partager des significations et des idées.

1.8.7 Mode de communication

Une fois l'implantation réalisée, il n'est pas clair dans quelle mesure la combinaison des signes et du langage oral contribue au développement du langage. Certains avancent que de tels programmes de communication totale (CT) inhibent l'acquisition des habiletés de parole, entre autres en raison de facteurs liés à la motivation. Il a été démontré que les programmes où seules les habiletés auditives et orales sont mises à profit, comme dans les programmes de communication orale (CO), favorisent le langage expressif et réceptif (Cullington, Hodges, Butts, Dolan-Ash, & Balkany, 2000; Robbins et al., 1999), l'acquisition de la parole (Geers, Moog, & Schick, 1984), la reconnaissance de phonèmes et de mots (Chin, Meyer, Hay-McCutcheon, Wright, & Pisoni, 2000) de même que l'intelligibilité (Osberger, Robbins, Todd, Riley, & Miyamoto, 1993). Les enfants en CO produisent significativement plus de conjonctions causales pour lier les relations sémantiques (Crosson & Geers, 2000).

Les meilleures performances langagières des enfants en programmes de CO s'expliqueraient par le fait que ces programmes accordent davantage de temps à l'analyse du langage oral, mettent l'accent sur l'information sonore afin de percevoir les contrastes phonologiques, fournissent un modèle de parole issu des pairs, encouragent les enfants à parler et procurent un feedback auditif pour l'autorégulation de l'articulation. Les enfants en programme de CT doivent quant à eux diviser leur attention entre deux systèmes visuels – lecture manuelle et lecture labiale – en plus du système auditif. Il y a davantage de risques d'interférence c'est-à-dire que la connaissance et

l'utilisation de la langue des signes entrent en compétition avec le traitement en modalité auditive. La charge en mémoire de travail augmente en conséquence (Pisoni, 2000). Les enfants qui utilisent conjointement le langage manuel sont également désavantagés parce que les formes manuelles de plusieurs langues ne contiennent pas certains des codes phonétiques du langage parlé.

Cependant, lorsque le langage manuel permet de décoder la syntaxe en reproduisant le patron de phrases retrouvé dans le langage oral (ex : langage parlé complété), la production syntaxique est plus avancée que pour les enfants qui utilisent le langage parlé ou d'autres types de langues signées (Hasenstab et Tobey, 1991). Finalement, des auteurs ne rapportent pas d'impact significatif de l'utilisation simultanée ou non de langues manuelle et orale sur le développement du langage post-IC (Staller, Beiter, Brimacombe, Mecklenburg, & Arndt, 1991; Miyamoto, Robbins, & Osberger, 1993; Truy et al., 1998).

1.8.8 Facteurs cognitifs

Certaines recherches établissent une corrélation positive entre l'intelligence non-verbale et les habiletés de parole suite à l'implantation, comme ce serait le cas pour la lecture sur les lèvres et la détection des traits distinctifs de la parole (Watson, Sullivan, Moeller, & Jensen, 1982). Une telle corrélation entre intelligence non verbale et mesures de langage est fréquemment rapportée chez les enfants entendants (Wechsler, 1974). Cependant, des études ne montrent pas de lien entre le quotient intellectuel et le développement de la parole et du langage post-IC (Watson et al., 1982; Gantz et al., 1988).

Des variables cognitives plus spécifiques, comme les sous-systèmes de perception, d'attention, de mémoire et d'apprentissage, pourraient par contre jouer un rôle actif. Entre autres, la mémoire visuelle et la mémoire pour la séquence et le rythme sonores constituent des facteurs

pronostiques post-implantatoires importants (Szagun, 2000). La mémoire visuelle est corrélée aux habiletés de langage des enfants sourds (Clark, 2003), ce qui souligne l'utilisation accrue du système visuel dans le cas de privation auditive. La mémoire de travail est également un facteur clé dans l'acquisition de nouveaux mots et la production du langage oral (Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998). Elle est associée à la perception de la parole, l'intelligibilité, le traitement du langage et la lecture chez les enfants implantés (Pisoni & Geers, 2000). Notons que les enfants avec IC ont une mémoire à court terme séquentielle auditive et visuelle plus faible que leurs pairs entendants (Dawson, Busby, McKay, & Clark, 2002).

1.8.9 Sexe

Chez les enfants entendants, des différences reliées au sexe ont souvent été retrouvées dans la coissance du vocabulaire avant l'âge de 2 ans (Nelson, 1973; Reznick & Goldfield, 1992), après quoi elles semblent disparaître (Maccoby & Jacklin, 1974). Ce serait apparemment dû au fait que les mères parleraient davantage aux filles (Cherry & Lewis, 1978). Ainsi, les différences reliées au genre refléteraient des différences d'exposition. D'autres études rapportent par contre que la quantité du discours des parents ne diffère pas envers filles et garçons (Cohen & Beckwith, 1976). Ainsi, bien que certaines études aient montré que les filles sont plus avancées dans l'acquisition du langage que les garçons en bas âge, d'autres travaux ne vont pas dans le même sens. Par exemple, Schachter, Shore, Hodapp, Chalfin et Bundy (1978) ne trouvent pas de différences entre filles et garçons quant à la LME.

1.8.10 Statut socio-économique

Le statut socio-économique aurait une influence sur le développement langagier des enfants implantés, en ce sens qu'il reflète l'implication et le niveau d'aspiration des parents (Geers et al., 1984). Il existe une corrélation entre le statut socio-économique et la perception de la parole (Hodges, Dolan, Balkany, Schloffman, & Butts, 1999), de même qu'entre les ambitions parentales et le développement vocal et verbal (Holm, Frischmuth, & Vinter, 1998). Les enfants qui proviennent de famille plus petite et qui ont des parents plus éduqués tendent à avoir un meilleur langage lorsque la parole et les signes sont considérés conjointement (Geers et al., 2002). Il semble que les mères peu éduquées et peu aisées parleraient moins fréquemment à leurs bébés, et ces derniers produiraient moins de langage (Schachter, 1979). La quantité et la qualité de l'apport linguistique semblent donc importantes.

Chez les enfants entendants entre 2 et 4 ans, le milieu socio-culturel de la famille semble jouer un rôle important quant à la maturité morphosyntaxique et au vocabulaire (Le Normand, 1986, 1991, 1997). Les énoncés multi-mots et l'ensemble des catégories lexicales sont produits plus précocément chez les enfants de milieux socio-culturels plus élevés. La production linguistique des enfants de milieux socio-culturels plus faibles stagne entre 36 et 48 mois, alors que celle des enfants de milieux plus élevés continue de croître (Le Normand et al., soumis).

1.8.11 Pourcentage de variance expliquée par les diverses variables

Des études ont calculé l'influence relative de plusieurs variables sur le progrès langagier, en précisant la proportion de variance qu'elles expliquent dans la performance linguistique. La durée de la surdité, l'âge au moment de la surdité, l'étiologie et la durée de l'expérience avec l'IC

comptent pour environ 20% de la variance des résultats auditifs et linguistiques (Blamey et al., 1996). Une autre étude explique environ 52% de la variance quant à la perception de mots sans choix de réponses par la combinaison de la stratégie de traitement de parole, le mode de communication, l'âge au moment de l'implantation, la durée de la surdité, l'expérience avec l'IC, le délai développemental et l'âge au moment de la surdité (Clark, 2003). Pour d'autres, l'âge au moment de l'intervention combiné au mode de communication orale expliqueraient plus de 43% de la variance au niveau de la perception et de la compréhension de la parole (O'Donoghue, Nikolopoulos, & Archbold, 2000).

Quant à la production de la parole, la combinaison de l'âge au moment de la surdité, de la durée de la surdité et de la participation à un programme de CO expliquent de 30 à 50% de la variance (Eisenberg, Kirk, Thielemeir, Luxford, & Cunningham, 1986). Les facteurs reliés à l'expérience, tels l'ouïe pré-opératoire et le discours de la mère, ont une plus grande influence sur le développement du vocabulaire et de la LME que les facteurs maturationnels comme l'âge à l'implantation (Szagun, 2004).

À la lumière des écrits sur le sujet, il apparaît que plusieurs aspects du développement du langage suite à l'implantation pédiatrique demeurent imprécis, autant en ce qui concerne le rythme d'acquisition que la qualité des productions verbales. On remarque une grande variabilité dans les performances langagières post-IC, qui n'est pas bien expliquée ou qui met en jeu des facteurs dont on n'a pas tenu compte jusqu'à présent. De plus, les études psycholinguistiques détaillées qui s'intéressent à l'acquisition du lexique, de la syntaxe, de la grammaire ou de la morphologie chez les enfants implantés sont rares. Elles sont constituées de travaux ponctuels et encore plus rares sont celles qui se déroulent dans une perspective développementale ou qui s'intéressent

aux productions orales des enfants implantés obtenues lors d'interactions spontanées.

Les quelques recherches qui portent sur le développement du langage post-IC utilisent des tests standardisés qui sont administrés dans le mode de communication préféré de l'enfant. Cette façon de faire surestime les capacités de langage oral. Ces tests ne nous informent que très peu sur le patron de développement linguistique, puisqu'ils fournissent des scores globaux, sans distinction des diverses habiletés linguistiques. On ne sait donc pas comment les aspects lexicaux, syntaxiques et morphologiques sont acquis, dans quelle mesure ils sont reliés et s'ils suivent une trajectoire de développement normale. Qui plus est, on retrouve souvent des enfants sourds congénitaux et prélinguaux dans les mêmes groupes d'observation, sans reconnaître les différences d'expérience auditive. Les échantillons de sujets sont généralement hétérogènes, ce qui donne lieu à des résultats très variables. Souvent, plusieurs facteurs démographiques, de santé et de développement ne sont pas rapportés et les performances ne peuvent donc être discutées en fonction de ces caractéristiques fondamentales.

La contribution de telles variables psychologiques, cognitives, sociales et cliniques reste encore à préciser. Jusqu'à présent, les recherches ont surtout considéré ces variables de façon indépendante. Puisqu'on retrouve fréquemment des études de cas ou qui contiennent un nombre restreint d'enfants, il demeure difficile de préciser les interactions entre ces facteurs et de comprendre les influences – indépendantes ou conjointes – qu'ils exercent sur l'acquisition et le développement des compétences linguistiques chez les enfants implantés.

1.9 BUTS, QUESTIONS ET HYPOTHÈSES

L'apport de ce projet de recherche est d'étudier le développement du langage suite à une implantation cochléaire, auprès d'enfants sourds congénitaux et prélinguaux francophones, en nombre suffisant et dans une situation écologique et naturelle, pour nous permettre de préciser le rôle de divers facteurs critiques à l'émergence du langage. L'un des aspects originaux de cette recherche est que plusieurs facteurs cliniques et sociaux seront considérés conjointement, sur une période de 3 ans suite à l'implantation, afin d'en découvrir les interactions sur des variables linguistiques fines. Ceci permettra de déterminer dans quelle mesure l'émergence du langage chez des enfants sourds suit une évolution typique après une implantation cochléaire, ou s'il existe des profils particuliers de développement.

Dans un premier temps, nous nous attarderons à déterminer si les conclusions établies dans les travaux antérieurs, comme par exemple celle de l'âge à l'implantation, constitue un bon prédicteur des compétences langagières futures, ou plutôt si les interactions entre divers facteurs fournissent une plus grande puissance de prédiction ou d'explication. Nous tenterons ensuite de préciser les profils d'émergence du langage auprès de cette population en tenant compte des interactions entre les divers facteurs étudiés (âge à l'implantation, âge au diagnostic de surdité, étiologie, degré de la surdité, milieu socio-culturel, connaissance ou non d'une langue signée et durée de la rééducation).

CHAPITRE II : MÉTHODOLOGIE

En février 1994, le Ministère français des Affaires Sociales, de la Santé et de la Ville chargeait l'Agence Nationale pour le Développement de l'Évaluation Médicale (ANDEM) de dresser un bilan complet de l'implantation chirurgicale de prothèse auditive chez l'enfant sourd. Dans son rapport sur la sécurité et l'efficacité de l'IC chez le jeune enfant, l'ANDEM préconisait la mise en place d'un suivi de longue durée afin d'investiguer d'une part les aspects techniques et médicaux et d'autre part les aspects linguistiques, psychologiques et sociaux. Dans ce contexte, le Centre Technique National d'Études et de Recherches sur les Handicaps et les Inadaptations (CTNERHI) fut chargé de réaliser un suivi sur 10 ans d'enfants sourds prélinguaux avec IC, avec bilans réguliers du développement global (communication orale, équilibre psycho-affectif, rééducation, intégration familiale, sociale et scolaire). Cette thèse s'inscrit dans le second volet de cette étude nationale, c'est-à-dire l'aspect linguistique et plus particulièrement l'acquisition du langage. Le protocole méthodologique multicentrique a été discuté et validé par le Conseil consultatif pour la recherche médicale et le Comité consultatif sur le traitement de l'information en matière de recherche dans le domaine de la santé, qui ont donné leur accord à la fin 1997 et début 1998.

La population étudiée est issue des services hospitaliers de quatre centres hospitaliers universitaires français qui participent au projet : l'Hôpital Armand Trousseau de Paris, l'Hôpital Édouard Herriot de Lyon, l'Hôpital St. Charles de Montpellier et l'Hôpital Purpan de Toulouse. Les enfants y sont implantés et évalués. C'est ensuite au CTNERHI de Paris que les informations sont centralisées et que la coordination du travail de recueil des données est réalisée.

2.1 SUJETS

À partir d'une cohorte initiale de 50 enfants sourds congénitaux et prélinguaux implantés, 34 participants ont été retenus pour cette recherche. Les critères d'inclusion reconnus et approuvés par la Food and Drug Administration ont été appliqués pour la sélection des candidats à l'implantation. Pour faire partie de l'échantillon, les enfants devaient entre autres présenter une surdité profonde acquise avant l'âge de 2 ans environ et être implantés au plus tard à 7 ans. Divers examens – test audiométrique, imagerie de l'oreille interne, bilan orthophonique, évaluation de la motivation de la famille et des aspects psychologiques – ont été réalisés afin de s'assurer des critères d'inclusion. L'accord parental était évidemment nécessaire. Certains critères d'exclusion ont également été appliqués : présence de trouble associé tels que problème organique, autisme et retard de développement, ou absence à plus de deux périodes d'évaluation.

Le groupe final de participants était constitué de 17 filles et 17 garçons. L'âge moyen auquel la surdité a été diagnostiquée était de 10,9 mois (allant de 2 semaines à 28 mois). L'âge moyen lors de l'implantation était de 45,5 mois (allant de 24 mois à 78 mois). L'âge chronologique au premier point d'observation variait entre 30 et 85 mois. Trois milieux socio-culturels, déterminés par la profession du père et la scolarité de la mère (Desrosières, Goy, & Thévenot, 1983), étaient représentés (favorisé, moyen et défavorisé). Le degré de surdité oscillait entre un déficit auditif profond de 1^{er} et de 3^e degré. Les étiologies étaient diverses et la surdité pouvait être congénitale ou acquise. La plupart des IC étaient des Nucleus CI24 ou Clarion, avec processeur de type *Speak* ou *CIS*. Pour la majorité des enfants, 20 électrodes étaient opérationnelles. De plus, bien qu'ils provenaient tous d'une famille unilingue française, certains enfants avaient débuté l'acquisition de la langue des signes française ou du français signé. Chacun des enfants

suivait également un programme de rééducation et le nombre d'heures par semaine variait entre 1 et 6. Ils utilisaient tous leur appareil de manière régulière et aucun ne s'est retiré du suivi. Les caractéristiques individuelles des participants sont présentées au tableau 3.

2.2 MATÉRIEL

Les enfants ont été enregistrés en conversation spontanée selon une méthode d'observation directe du comportement en situation de jeu symbolique. Le matériel était standardisé et comprenait : une maison Fisher-Price de quatre pièces (deux chambres à l'étage, un salon et une cuisine au rez-de-chaussée), un garage à porte coulissante et une sonnette à l'entrée. Il y avait six figurines qui évoquaient les membres d'une famille (père, mère, fille, garçon, bébé, chien), ainsi que 17 objets qui avaient trait au quotidien familial (un grand lit, deux petits lits, un lit de bébé, une table ronde, une table basse, deux fauteuils, quatre chaises, une chaise de bébé, un escalier mobile avec une porte, un cheval à bascule, deux voitures). Les jouets étaient présentés à l'enfant pêle-mêle sur une table à sa hauteur et la maison était ouverte devant lui. Afin de s'adapter aux intérêts des enfants vieillissant et de favoriser leur participation, la période de jeu libre s'effectuait, souvent à partir du 24^e ou du 36^e mois post-implantation, à partir d'un livre imagé bien connu en psycholinguistique, intitulé « Grenouille, où es-tu ? » (Mayer, 1969). L'enfant devait alors raconter à voix haute une histoire à partir des images. La figure 2 présente le matériel utilisé.

2.3 PROCÉDURE

Les enfants ont été évalués à intervalles réguliers sur une période de 3 ans (6, 12, 18, 24 et 36 mois post-IC). La méthode utilisée a été celle mise au point et décrite par Le Normand (1986). Chaque enfant

TABLEAU 3
Caractéristiques des participants

Enfants	Sexe	Âge IC (mois)	Âge surdité (mois)	Degré surdité	étiologie	Milieu socio-culturel	Langue signée	Rééducation (heures/semaine)
L_F02	F	35	5	DAP 3	méningite	moyen	non	3
L_F03	F	59	6	DAP 3	congénitale; inconnue	favorisé	non	3
L_F04	F	24	10	DAP 1	inconnue	moyen	oui	6
L_G05	G	48	24	DAP 3	inconnue	moyen	oui	3
L_G06	G	44	15	DAP 3	congénitale; inconnue	moyen	oui	2
L_G09	G	34	10	DAP 3	héréditaire	défavorisé	non	2
L_G10	G	30	9	DAP 3	inconnue	favorisé	non	5
M_F01	F	38	8	DAP 2	héréditaire	moyen	oui	3
M_F03	F	75	28	DAP 3	congénitale; inconnue	moyen	non	3
M_F04	F	76	14	DAP 2	congénitale, évolutive; inconnue	moyen	non	3
M_G06	G	35	13	DAP 3	cytomégalovirus	favorisé	oui	2
M_G12	G	45	2	DAP 2	héréditaire	moyen	oui	3
P_F01	F	51	21	DAP 3	héréditaire; connexin 26	favorisé	non	4.25
P_G02	G	45	12	DAP 3	héréditaire; Wardenburg type 1	favorisé	non	4.25
P_F03	F	28	4	DAP 3	héréditaire	favorisé	non	2.25
P_F04	F	57	8	DAP 3	cytomégalovirus	moyen	non	2
P_F05	F	28	4	DAP 3	méningite néonatale	favorisé	non	2.25
P_F06	F	48	9	DAP 3	inconnue	moyen	oui	2
P_F08	F	60	5	DAP 3	héréditaire; connexine 26	favorisé	non	2.25
P_G09	G	40	6	DAP 3	congénitale; inconnue	favorisé	oui	1.75
P_G10	G	45	0.5	DAP 3	congénitale; héréditaire	favorisé	non	4
P_F11	F	39	12	DAP 3	héréditaire; connexin 26	favorisé	non	4
P_G12	G	48	14	DAP 3	congénitale, évolutive; inconnue	favorisé	oui	3
P_G13	G	38	15	DAP 3	congénitale; inconnue	défavorisé	oui	4
P_F14	F	78	11	DAP 2	héréditaire; connexin 26	favorisé	non	3
P_F15	F	69	14	DAP 3	inconnue	favorisé	non	2
T_G02	G	40	8	DAP 2	congénitale; inconnue	moyen	non	1.5
T_F03	F	25	11	DAP 3	inconnue	favorisé	non	3.5
T_G05	G	28	15	DAP 3	inconnue	moyen	oui	4
T_G06	G	31	4	DAP 2	cytomégalovirus	moyen	oui	1
T_F07	F	33	13	DAP 3	inconnue; évolutive	moyen	oui	2
T_G08	G	51	18	DAP 2	inconnue	moyen	non	3
T_G09	G	72	11	DAP 3	héréditaire	défavorisé	oui	1.5
T_G10	G	50	11	DAP 2	inconnue	favorisé	non	3

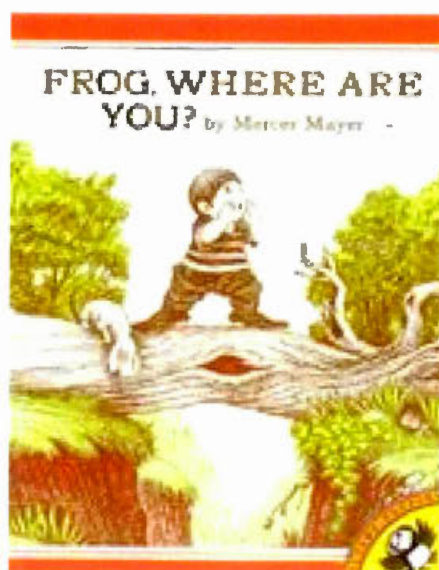


Figure 2. Matériel employé.

était filmé au cours d'une séance de jeu spontané, en présence d'une clinicienne oeuvrant en orthophonie. Celle-ci accompagnait l'enfant dans son activité, répondait à ses sollicitations verbales et non verbales, l'incitait à s'exprimer et à décrire des actions et des événements. Dans de rares cas, un des deux parents était présent.

Cette méthode d'évaluation est adaptée à un suivi de 10 ans. Elle permet de mettre en évidence la façon dont l'enfant utilise le langage pour s'engager d'une part dans des interactions actives avec son locuteur et d'autre part dans son jeu. Elle est peu contraignante et amène l'enfant à exprimer des représentations mentales habituelles ainsi qu'à commenter des actions quotidiennes et des scénarios plus ou moins complexes. Elle permet également d'étudier l'interaction dynamique de ces enfants avec un partenaire adulte. La méthode est écologique et reflète le langage fonctionnel de l'enfant, sa performance à un moment donné, dans des conditions particulières. Elle constitue le miroir d'une situation naturelle où l'enfant tente de comprendre ce qui l'entoure et de rechercher les règles qui lui permettront de communiquer avec les autres.

Les évaluations se sont effectuées dans une salle aménagée qui comprenait une table de jeu, quelques chaises et une caméra. Les dialogues ont été recueillis selon une technique standardisée. Le matériel, la durée de l'interaction, sauf exception, et le recueil des données par caméra-vidéo étaient identiques d'un examen à l'autre. Des enregistrements d'une durée d'environ 20 minutes ont été conservés.

Les interactions verbales enregistrées sur cassette-vidéo ont été gravées sur CD-rom et transférées sur ordinateur. La transcription, le codage et l'analyse de ces productions orales ont ensuite été réalisés suivant les conventions du Child Language Data Exchange System (CHILDES ; MacWhinney, 2000a, 2000b; MacWhinney & Snow, 1985, 1990). Le CHILDES constitue la base de données internationale de référence et la procédure utilisée par de nombreux chercheurs intéressés par l'acquisition du langage chez des populations normales et

handicapées. Il inclut des lignes directrices pour la transcription et le codage orthographique (Codes for Human Analysis of Transcripts - CHAT ; codes d'analyse des transcriptions humaines), de même qu'un programme informatisé d'analyse des données (Child Language Analysis – CLAN ; analyse du langage de l'enfant). Les programmes et manuels sont disponibles à l'adresse internet suivante: [http : //childes.psy.cmu.edu](http://childes.psy.cmu.edu).

Dans un premier temps, les productions orales des enfants ont été transcrites manuellement et saisies sur ordinateur par deux personnes connaissant bien le langage de l'enfant. Pour les premiers points d'évaluation (6, 12 et 18 mois), des transcriptions écrites ont été effectuées. Pour les points d'évaluation à 24 et 36 mois, des transcriptions écrites et audios ont été réalisées, c'est-à-dire qu'une séquence sonore fut jointe à la fin de chaque ligne de la transcription écrite. Les transcriptions ont ensuite été soumises à l'analyse linguistique automatique, selon les commandes désirées.

2.3.1 Transcription des données

À partir du format CHAT, les transcriptions ont été effectuées de la façon suivante : chaque énoncé de l'enfant correspondait à une entrée dans le système et constituait la ligne principale, notée **CHI*. Sur ces lignes étaient inscrits les mots que l'enfant prononce, dans une forme appropriée, selon les conventions de l'orthographe et de la grammaire française. Des lignes intermédiaires pouvaient suivre la ligne principale, par exemple une ligne notée *%pho* où l'on transcrivait phonétiquement l'énoncé, ou une ligne *%tim* pour indiquer le temps. Un exemple de transcription est fourni à l'appendice B. L'appendice C contient quant à elle les règles détaillées concernant la segmentation des énoncés.

2.3.2 Analyses linguistiques

En plus du programme CLAN, l'analyse automatique en français est accomplie à l'aide de deux programmes supplémentaires, MOR (MacWhinney, 1999) et POST (Parisse & Le Normand, 1997, 2000b). MOR fournit toutes les catégories possibles pour un mot hors contexte et POST détermine quelles sont les catégories lexicales les plus probables dans un contexte précis (plus de 95% de bonne identification des catégories syntaxiques). CLAN dispose de toute une série de commandes destinées à traiter les échantillons en format CHAT. Un exemple d'analyse CLAN est présenté à l'appendice D. Cette analyse fournit des indications sur la classe grammaticale des mots (ex : déterminant, nom, verbe), leurs propriétés morphologiques (ex : présent, indicatif, 3^e personne du singulier) et leur contenu lexical (ex : chien, manger).

Diverses variables dépendantes de langage ont été retenues. Ces variables linguistiques s'organisaient autour de deux axes : 1) les données générales et morpho-syntaxiques : nombre d'énoncés, nombre de mots différents et LME calculée en mots, et 2) les variables lexico-grammaticales, qui renseignent sur la diversité du vocabulaire actif dans ce contexte structuré. Les classes de mots incluaient les adjectifs qualificatifs, les adverbes, les déterminants, les noms, les prépositions, les pronoms, les verbes, les onomatopées, les interjections et les conjonctions. Ces classes de mots ont été regroupées en mots de fonction, mots de contenu et items paralexicaux. Une liste détaillée des variables linguistiques est fournie à l'appendice E. Ces variables pouvaient être obtenues en *type*, c'est-à-dire le nombre de mots différents qui est un indice de diversité, ou en *token*, soit le nombre de mots totaux qui est un indice de production, de fluidité.

Finalement, la contribution de diverses variables médicales, sociales et de développement à l'acquisition post-implantatoire des variables langagières sélectionnées a été examinée. Parmi ces variables

d'influence, nous retrouvons : l'âge au moment du diagnostic de la surdité, l'âge à l'implantation, la durée de la surdité, l'étiologie, le degré de surdité, le sexe, le milieu socio-culturel, le nombre d'heures de rééducation et l'apprentissage ou non d'un langage signé (langue des signes française ou français signé).

CHAPITRE III : ANALYSES STATISTIQUES

Cette recherche tente de préciser les associations entre diverses variables cognitives, démographiques, de santé et de développement linguistique. Dans la prochaine section, nous présenterons les analyses de variance (ANOVAs), suivies des corrélations simples, qui ont permis de mettre en lien les performances linguistiques avec l'âge au moment du diagnostic de la surdité, l'âge à l'implantation, la durée de la surdité, l'étiologie, le degré de surdité, le sexe, le milieu socio-culturel, le nombre d'heures de rééducation et l'apprentissage ou non d'un langage signé. Une approche corrélationnelle – corrélation canonique – a ensuite été utilisée afin de dégager la meilleure association de variables d'influence et de données linguistiques. L'ensemble de ces analyses statistiques a permis d'identifier les facteurs qui contribuent le plus au succès de l'acquisition du langage suite à l'implantation cochléaire.

Avant d'effectuer les analyses statistiques, les données ont d'abord été examinées afin de vérifier la présence de données manquantes. Quelques données manquantes, attribuables à l'absence d'un enfant à un point d'observation, ont dû être comblées au moyen d'interpolations par régressions sur cinq temps de mesure. En tout, trois enfants étaient absents à l'enregistrement de 6 mois post-IC, quatre à 12 mois post-IC, aucun à 18 mois post-IC, trois à 24 mois post-IC et six à 36 mois post-IC. Les enfants qui ne se sont pas présentés à plus d'un point d'évaluation ont été éliminés.

La matrice de corrélations simples entre les données linguistiques a fait ressortir des fortes corrélations entre toutes les variables de langage étudiées, soit le nombre d'énoncés, de mots différents, d'items paralexicaux, de mots de contenu, de mots de fonction ainsi que la LME. Par conséquent, un score composite a été créé et il a été nommé Lexique. La LME a tout de même été traitée séparément, puisqu'il s'agit d'une variable de syntaxe s'intéressant à un tout autre aspect du développement

langagier. Ce traitement isolé était donc justifié au plan théorique. De plus, des ANOVAs 2X5 préliminaires entre les variables contributives et les données linguistiques ont révélé que la LME était affectée de façon distincte par les variables d'influence lorsque comparée aux autres variables de langage.

La matrice de corrélations simples entre les variables contributives n'a pas fait ressortir de fortes corrélations entre les variables catégorielles, soit le sexe, le degré de surdité, le milieu socio-culturel, l'apprentissage ou non d'une langue signée et l'étiologie, tous points d'observation confondus. Ces variables ont donc été analysées de façon indépendante. Par contre, la matrice a révélé de fortes corrélations entre certaines variables continues, soit l'âge à l'implantation et la durée de la surdité. S'il s'avère que ces facteurs exercent un effet significatif sur les résultats langagiers, un des deux sera éliminé pour les analyses ultérieures.

Enfin, la normalité des distributions a été évaluée avant d'effectuer les analyses. Les postulats de normalité ont été vérifiés statistiquement (Skewness, Kurtosis) et graphiquement (histogramme). La distribution des données relatives à la LME était normale à tous les temps d'observation, excepté pour un même outlayer présent à 12 et 24 mois post-IC. En raison de ses résultats extrêmement élevés, cet enfant a été éliminé de toutes les analyses, ramenant le nombre total de participants à 33. Pour sa part, le score composite Lexique a dû subir une transformation par la racine carrée. Avec cette transformation, les distributions se sont avérées normales. Quant aux nuages de points entre variables continues et données linguistiques tout temps confondu, ils ne mettaient en évidence aucun outlayer bivarié.

3.1 ANALYSES DE VARIANCE – VARIABLES NOMINALES

Des ANOVAs 2X5 à mesures répétées ont été réalisées sur chacune des cinq variables nominales (sexe, degré de surdité, milieu socio-culturel, langue signée et étiologie) et chaque aspect linguistique (Lexique et LME). Le postulat d'homogénéité des variances respectait la matrice de covariance avec box au seuil de .001 pour toutes les ANOVAs. Le critère de correction Greenhouse-Geisser pour la sphéricité a été utilisé. Sauf exception, la puissance des effets était modérée ou plus (> 0.4).

Les variables nominales ont été dichotomisées afin d'effectuer les ANOVAs. Ainsi, la variable *Sexe* a été divisée en deux groupes, soit fille et garçon. Le *Déficit auditif profond (DAP)* a été contrasté selon qu'il était de niveau I+II pris conjointement (Groupe 1) ou de niveau III (Groupe 2). Pour le *Milieu socio-culturel (MSC)*, le groupe 1 a été constitué d'enfants de milieu favorisé et le Groupe 2 correspondait aux milieux moyen et défavorisé. La variable *Langue signée* a distingué les enfants qui avaient appris un langage signé avant l'implantation (Groupe 1) ou non (Groupe 2). Finalement, l'*Étiologie* était divisée en trois groupes : Groupe 1 = acquise; Groupe 2 = héréditaire; Groupe 3 = inconnue.

Seuls les résultats d'intérêt – i.e. significatifs – sont rapportés dans le texte. Les figures 3 à 10 présentent les graphiques des ANOVAs significatives. Les résultats des ANOVAs sont aussi présentés sous forme de tableaux à l'appendice F. De plus, l'appendice G présente les données descriptives – moyenne et erreur type – pour le score composite Lexique et la LME en fonction des variables nominales pour les cinq points d'observation. Finalement, afin d'en connaître davantage sur chacun des aspects langagiers qui composent le score composite Lexique, les données descriptives – moyenne et erreur type – pour chaque aspect lexical individuel (nombre d'énoncés, nombre de mots différents, items

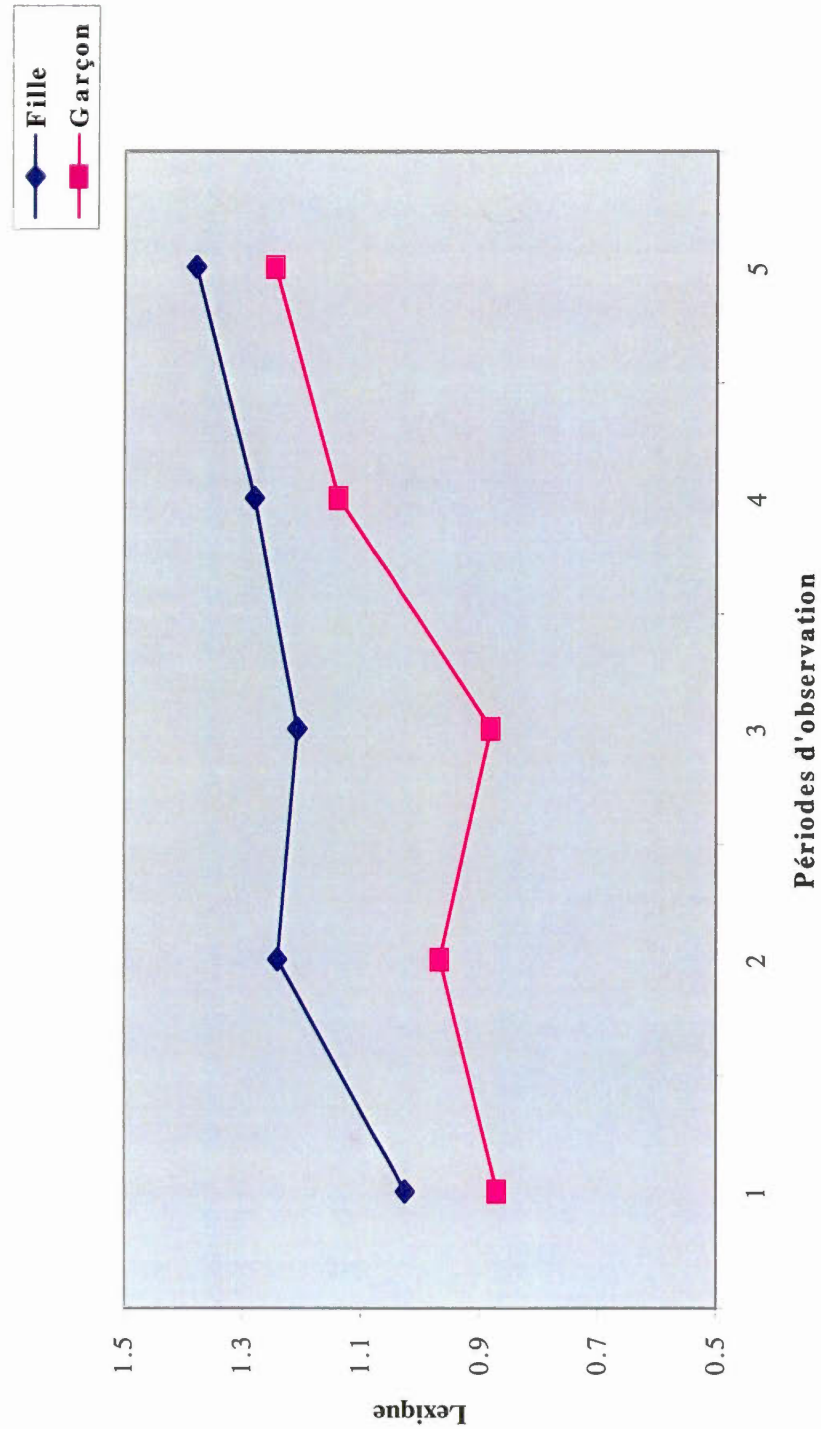


Figure 3. Évolution du Lexique selon le sexe.

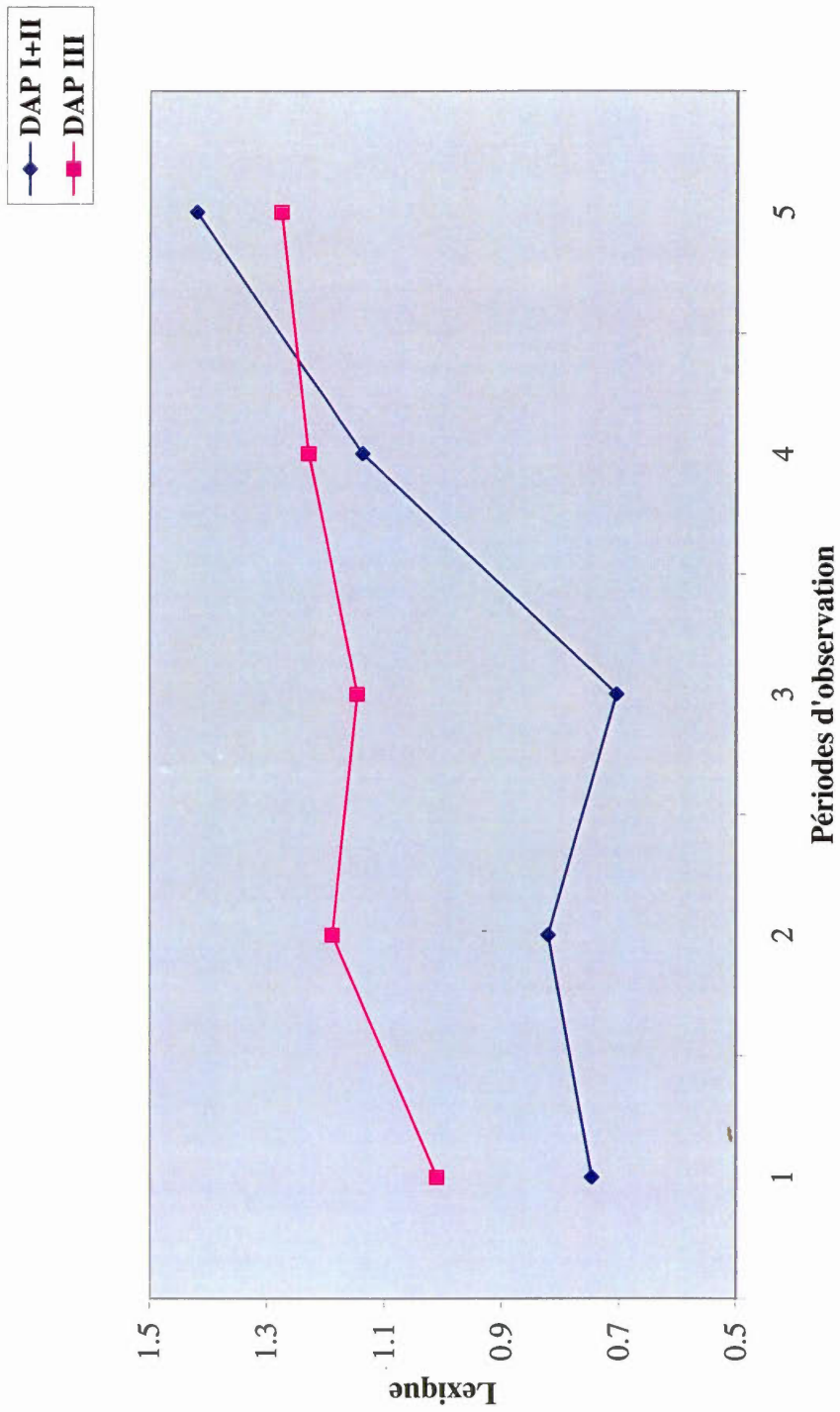


Figure 4. Évolution du Lexique selon le déficit auditif profond.

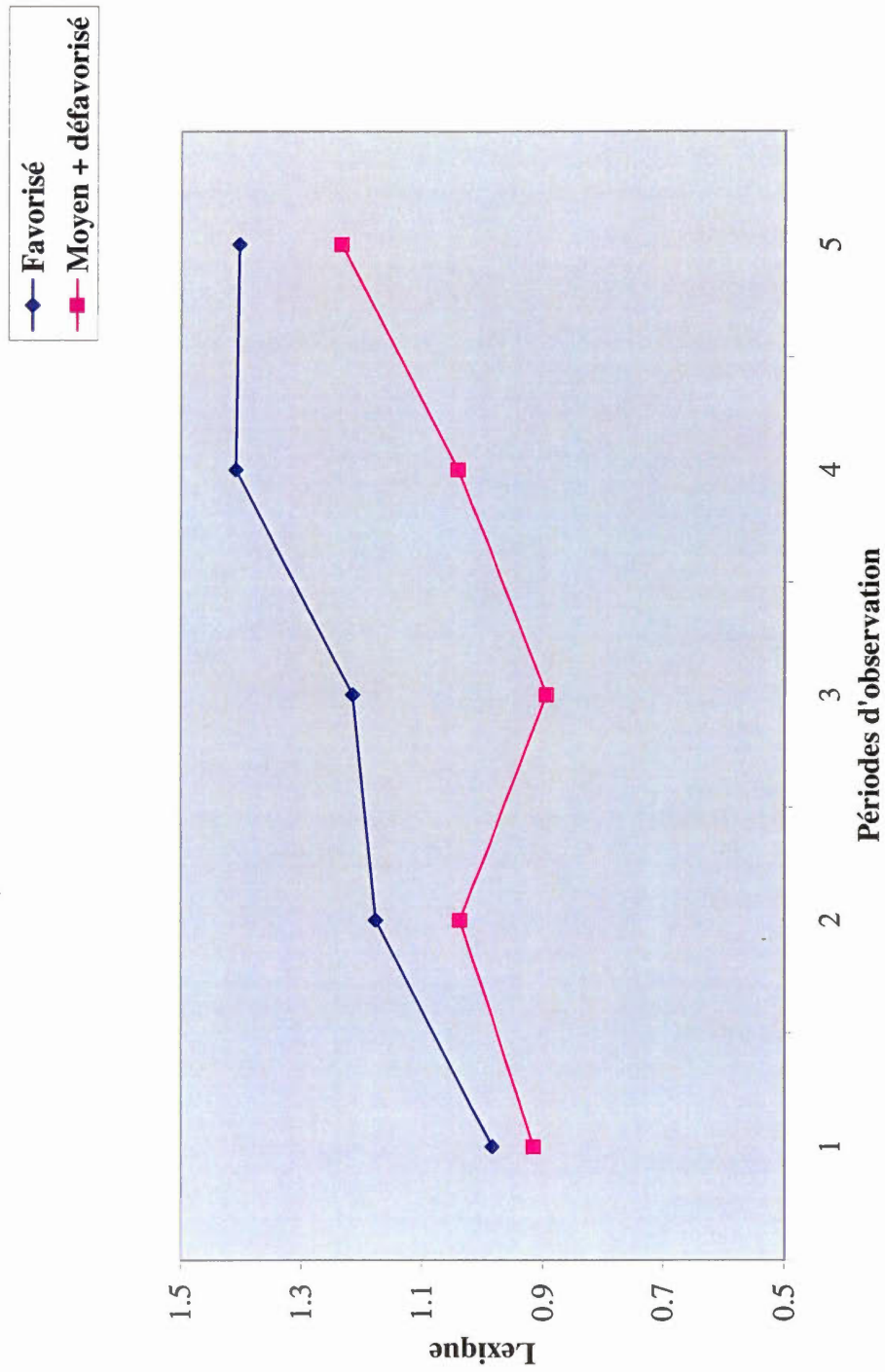


Figure 5. Évolution du Lexique selon le milieu socio-culturel.

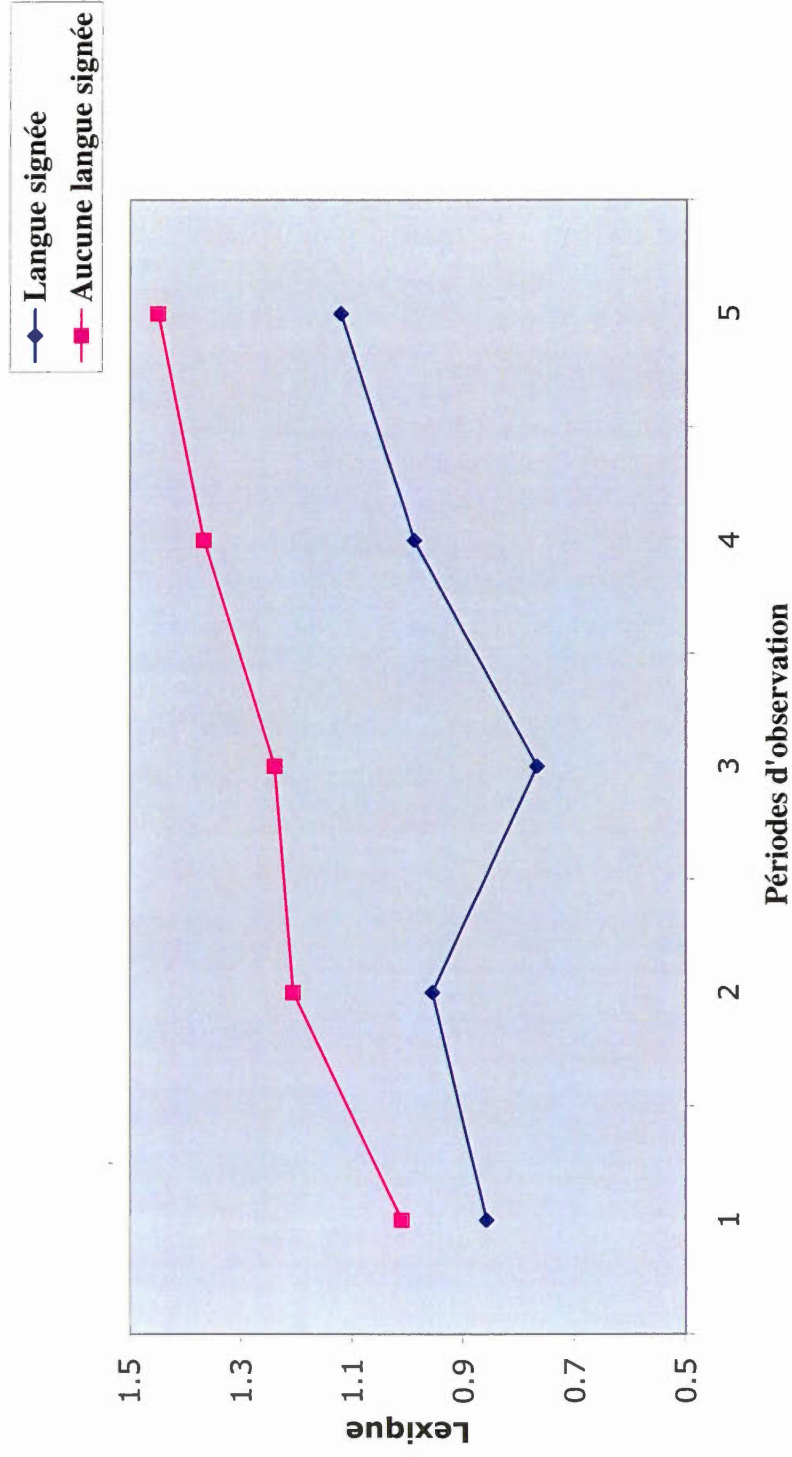


Figure 6. Évolution du Lexique selon l'apprentissage ou non d'une langue signée.

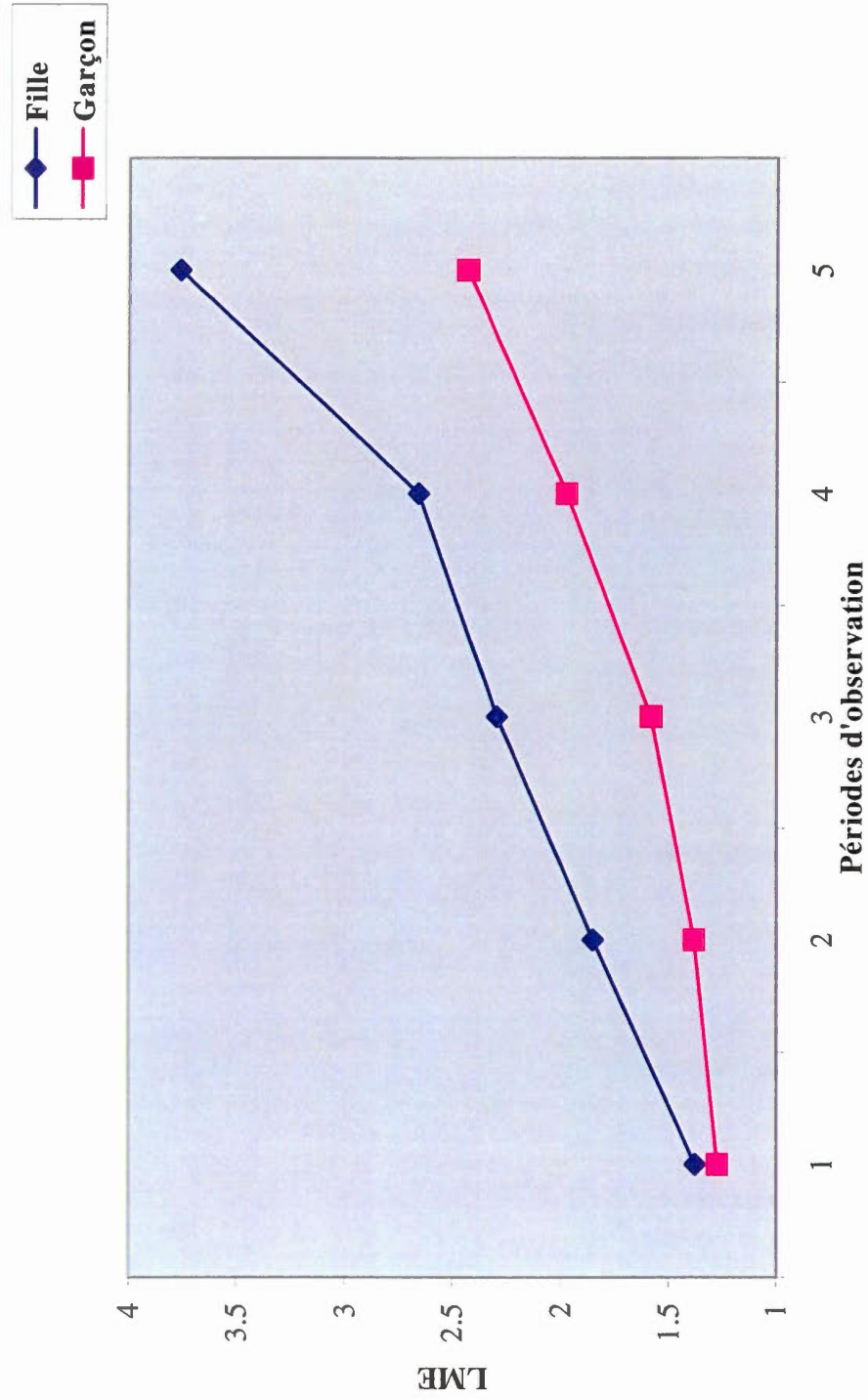


Figure 7. Évolution de la LME selon le sexe.

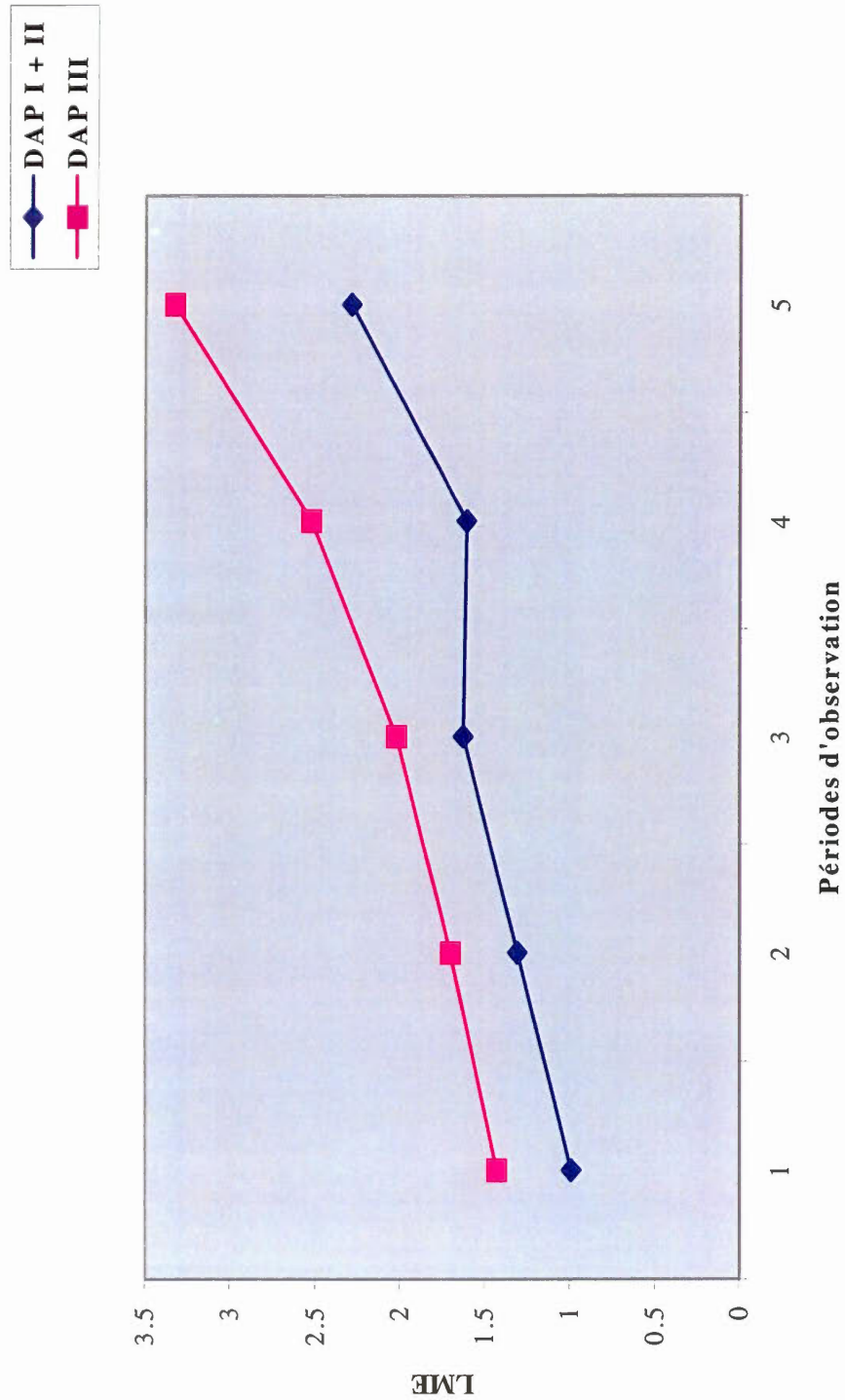


Figure 8. Évolution de la LME selon le déficit auditif profond.

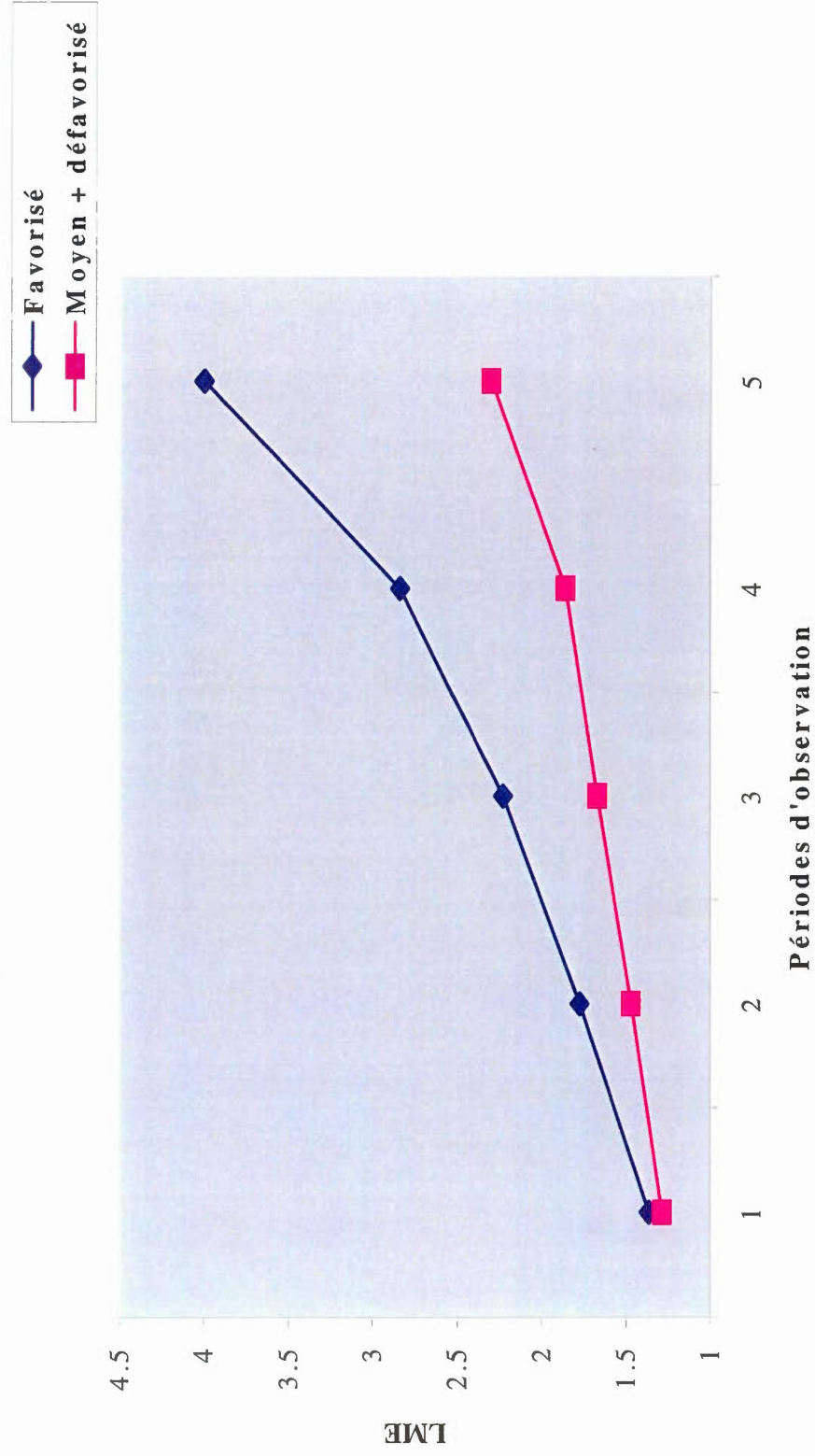


Figure 9. Évolution de la LME selon le milieu socio-culturel.

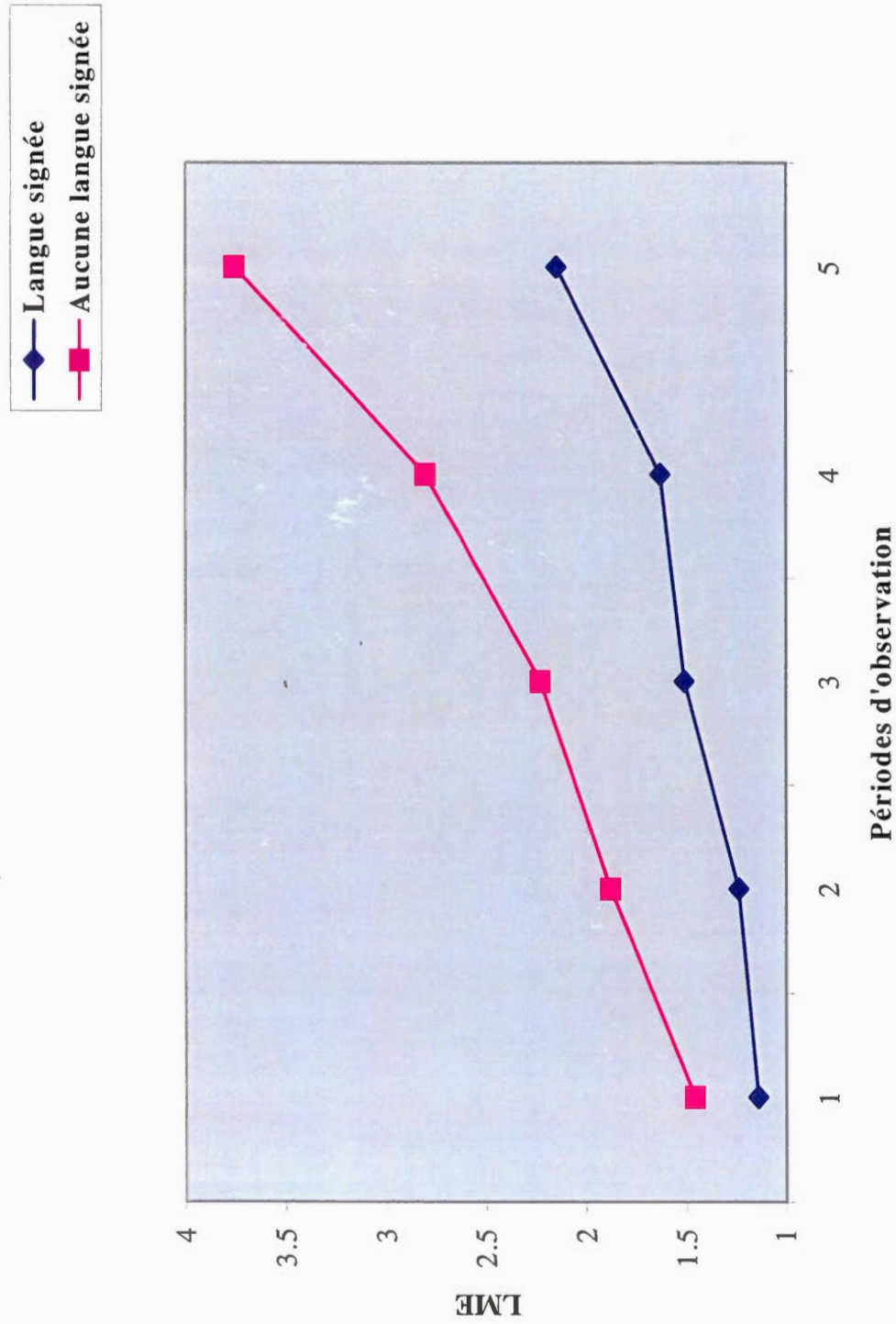


Figure 10. Évolution de la LME selon l'apprentissage ou non d'une langue signée.

paralexicaux, mots de contenu, mots de fonction) sont disponibles à l'appendice H.

3.1.1 Score composite Lexique

Sexe – On retrouve un effet principal de Groupe ($F_{1,31} = 5.295$, $p < .05$). En effet, les résultats lexicaux moyens des filles devancent à tous les points d'observation ceux des garçons. Il y a également un effet de Temps ($F_{2,5,78} = 9.272$, $p < .001$) et les contrastes suggèrent une évolution qui n'est pas continue dans le temps; après une amélioration entre le 6^e et le 12^e mois, les résultats lexicaux diminuent à 18 mois pour ensuite remonter progressivement jusqu'à 36 mois.

Degré de surdité – On note un effet principal de Temps ($F_{2,7,84.8} = 14.726$, $p < .001$). Ici également, les contrastes nous informent que l'évolution n'est pas continue dans le temps; les performances chutent au 18^e mois mais se consolident par la suite. On constate aussi une interaction Groupe X Temps ($F_{2,7,84.8} = 5.389$, $p < .01$). Ainsi, les enfants avec une ouïe supérieure (DAP I+II) progressent davantage dans le temps. Bien qu'ils obtiennent des scores lexicaux plus faibles aux quatre premiers temps d'observation, ils surpassent les enfants avec DAP III après 36 mois d'expérience avec l'IC, grâce à une augmentation plus marquée en fin de suivi.

Milieu socio-culturel – Les ANOVAs révèlent deux effets principaux, soit de Temps ($F_{2,4,73.3} = 9.831$, $p < .001$) et de Groupe ($F_{1,31} = 5.784$, $p < .05$). Les enfants de milieu favorisé demeurent supérieurs aux enfants de milieux moyen et défavorisé tout au long du suivi. Selon les contrastes, l'évolution est principalement linéaire, mais le progrès est moins constant chez les enfants provenant de milieu socio-culturel plus faible, en raison d'une baisse de performance à 18 mois notamment.

Langue signée – On remarque un effet principal de Groupe ($F_{1,31} = 15.963$, $p < .001$), qui révèle que les enfants qui n'ont pas appris une

langue signée avant l'implantation sont supérieurs aux enfants qui ont acquis une telle langue au préalable, et ce à tous les points d'observation. Il y a également un effet principal de Temps ($F_{2.4, 74.5} = 8.978, p < .001$). La progression est constante dans le temps pour les enfants qui n'ont pas de connaissance d'une langue signée, alors qu'on retrouve une diminution de performance à 18 mois post-IC chez les enfants qui signent.

Étiologie – On ne note qu'un effet de Temps ($F_{2.5, 74.7} = 8.505, p < .001$). Les contrastes indiquent une évolution non continue. Tous les enfants s'améliorent entre le premier et dernier point du suivi. Cependant, les enfants avec étiologie acquise présentent une baisse de performance à 24 mois, l'évolution des enfants avec surdité héréditaire est plutôt fluctuante alors que les enfants dont l'étiologie n'a pas été identifiée régressent à 18 mois post-IC.

3.1.2 LME

Sexe – On relève des effets principaux de Groupe ($F_{1, 31} = 8.121, p < .01$) et de Temps ($F_{1.8, 54.6} = 52.900, p < .001$), ainsi qu'une interaction Groupe X Temps ($F_{1.8, 54.6} = 5.627, p < .01$). Bien que les enfants débutent à des niveaux pratiquement comparables de maturité morphosyntaxique à 6 mois, les filles progressent davantage que les garçons jusqu'à la troisième année post-IC. Les garçons demeurent derrière leurs pairs de sexe féminin à chaque point d'observation.

Degré de surdité – On note un effet principal de Groupe ($F_{1, 31} = 5.166, p < .05$), qui nous informe que les enfants avec davantage de restes auditifs (DAP I + II) sont en moyenne retardés quant aux enfants avec moins de restes auditifs (DAP III) à tous les points d'observation, sans augmentation en fin de suivi comme pour l'aspect lexical. On remarque également un effet de Temps ($F_{1.7, 51.4} = 27.403, p < .001$). L'évolution est linéaire pour les enfants DAP III mais non pour les enfants dont le

DAP est de niveaux I et II; ces derniers présentent une baisse de performance à 24 mois post-IC.

Milieu socio-culturel – Deux effets principaux sont observés, soit de Temps ($F_{2,1, 64.3} = 68.793$, $p < .001$) et de Groupe ($F_{1, 31} = 10.235$, $p < .01$), de même qu’une interaction Groupe X Temps ($F_{2,1, 64.3} = 13.990$, $p < .001$). Les contrastes montrent une évolution continue pour les deux groupes. Les enfants de milieu favorisé demeurent supérieurs aux enfants de milieux moyen et défavorisé à tous les points du suivi. Bien que tous les enfants débutent l’étude à un niveau morphosyntaxique semblable, les enfants de milieu favorisé s’améliorent davantage sur les trois années du suivi que leurs pairs de milieu moins favorisé, particulièrement entre 24 et 36 mois post-IC.

Langue signée – Les effets principaux de Temps ($F_{1,8, 56.9} = 47.250$, $p < .001$) et de Groupe ($F_{1, 31} = 18.434$, $p < .001$) s’avèrent significatifs, de même que l’interaction Groupe X Temps ($F_{1,8, 56.9} = 7.202$, $p < .01$). Selon les contrastes, l’évolution est linéaire pour tous les sujets. Les enfants qui n’ont pas appris de langue signée avant l’implantation sont supérieurs à tous les points du suivi. De plus, ils s’améliorent davantage que ceux qui ont appris le français signé ou la langue des signes française entre chacun des points d’observation.

Étiologie – On ne constate qu’un effet principal de Temps ($F_{1,6, 49.3} = 37.248$, $p < .001$). Peu importe l’étiologie, l’amélioration des capacités morphosyntaxiques est maintenue à travers le temps.

3.2 CORRÉLATIONS – VARIABLES CONTINUES

Des corrélations simples ont été effectuées entre les variables continues (âge à l’implantation, âge au diagnostic, durée de la surdité et nombre d’heures de rééducation post-IC) et les deux aspects langagiers (Lexique et LME). Des corrélations globales, tout temps confondu, de

même que décomposées par points d'observation, ont été calculées. Le tableau 4 présente les corrélations à chacun des cinq points d'observation.

Aucun facteur n'est associé de façon significative au Lexique ni à la LME tout temps confondu. Par contre, lorsque chaque temps d'observation est analysé séparément, on remarque une corrélation positive de faible intensité entre l'âge à l'implantation et la LME à 6 et 12 mois post-IC. On observe également une corrélation entre la durée de la surdité et la LME à 6 et 12 mois post-IC.

3.3 CORRÉLATION CANONIQUE

Une corrélation canonique a été effectuée entre les variables dont l'influence est ressortie significative lors des ANOVAs et des corrélations simples (sexe, degré de surdité, milieu socio-culturel et langage signé), ainsi que les résultats de Lexique et de LME tout temps confondu, afin d'établir des relations entre ces deux ensembles de variables. Une seule combinaison de variables s'est avérée significative et a donc donné lieu à une seule corrélation canonique significative ($\chi^2(8) = 25.02, p < .01$). Le pourcentage total de variance linguistique expliquée par cette corrélation canonique est de 57%.

Les données relatives à la fonction canonique sont présentées au tableau 5. On y retrouve les corrélations entre chacune des variables et les variables canoniques, les coefficients canoniques standardisés, la variance expliquée par les variables canoniques, les redondances et la corrélation canonique comme tel.

Plus précisément, les paires de variables canoniques indiquent que les filles, un milieu socio-culturel favorisé, un déficit auditif profond de grade III et l'absence d'une langue signée sont associés à de meilleurs résultats en production, lexique et maturité morphosyntaxique. Quant au poids de chacune des variables étudiées, la variable qui semble le mieux

TABLEAU 4

**Corrélations entre variables continues et données langagières
à chaque temps d'observation**

Lexique

	Lexique à 6 mois	Lexique à 12 mois	Lexique à 18 mois	Lexique à 24 mois	Lexique à 36 mois	Lexique total
Âge à l'implantation	.279	.116	-.184	-.018	-.097	-.001
Âge au diagnostic	-.052	-.036	-.039	-.212	-.054	-.098
Durée de la surdité	.327	.142	-.176	.073	-.074	.047
Rééducation	-.310	-.089	.043	.203	.298	.050

* Corrélation significative    .05 (2-tailed)

LME

	LME à 6 mois	LME à 12 mois	LME à 18 mois	LME à 24 mois	LME à 36 mois	LME totale
��ge à l'implantation	.393*	.378*	.081	.096	.074	.179
��ge au diagnostic	.162	.083	-.044	.032	-.057	.012
Durée de la surdité	.356*	.368*	.111	.092	.106	.190
Rééducation	-.182	-.030	.147	.178	.141	.102

* Corrélation significative    .05 (2-tailed)

TABLEAU 5
Corrélation canonique

	<u>Fonction canonique significative</u>	
	Corrélation	Coefficient
<u>Variables d'influence</u>		
Sexe	.600	.345
MSC	.651	.272
DAP	-.500	-.306
Langage signé	-.821	-.564
Pourcentage de variance	.427	
Redondance	.244	
<u>Variables linguistiques</u>		
LME	.995	-.846
Lexique	.884	-.179
Pourcentage de variance	.885	
Redondance	.507	
Corrélation canonique	.756	

expliquer l'indice de Lexique et de croissance morphosyntaxique est le fait d'avoir appris ou non une langue signée avant l'implantation. Le sexe constitue le second facteur en importance quant à son poids dans la fonction canonique, suivi du degré de déficit auditif. Le milieu socio-culturel est contributif mais à un moindre niveau lorsque comparé aux trois autres facteurs. Si l'on considère ces quatre variables de façon univariée, c'est-à-dire de façon indépendante les unes des autres, le fait d'avoir appris ou non une langue signée explique près de 39% de la variance observée dans les résultats langagiers post-IC. Le sexe en explique environ 21%, alors que le degré de surdité contribue à 14% de la variance. Le milieu socio-culturel explique quant à lui 24% de la variance linguistique. Quant aux données de langage, il semble que la corrélation canonique soit essentiellement définie par la LME, alors que la contribution du Lexique est minimale, soit un poids pratiquement cinq fois moindre que celui de la LME.

CHAPITRE IV : DISCUSSION

L'objectif de cette recherche était de voir comment les jeunes enfants privés d'afférences auditives acquièrent le langage suite à une stimulation artificielle via l'IC, et ce à travers divers facteurs médicaux, socio-environnementaux et de développement. Les principaux résultats révèlent des patrons complexes d'acquisition langagière post-IC, qui font intervenir différents facteurs d'influence : le fait d'avoir appris ou non une langue signée avant l'implantation, le sexe de l'enfant, son niveau d'ouïe résiduelle, son milieu socio-culturel et de façon partielle l'âge auquel il est implanté. Nous discuterons maintenant de la contribution de cette étude, soit d'apporter un éclairage nouveau quant à l'influence de ces facteurs sur les productions naturelles d'enfants implantés, alors que la littérature se penche presque exclusivement sur les aspects perceptifs.

4.1 ACQUISITION DU LANGAGE POST-IC

À ce jour, peu d'études ont effectué des suivis à long terme auprès des enfants implantés. En suivant des enfants sourds congénitaux et prélinguaux implantés sur 3 ans, nous avons pu mettre en évidence une amélioration graduelle de leurs habiletés langagières, tant sur le versant productif/lexical que morphosyntaxique. Cette croissance des habiletés linguistiques post-IC est en accord avec les recherches antérieures qui se sont attardées à la parole et aux habiletés perceptives des enfants implantés. En fait, il apparaît que la durée de l'utilisation de l'IC est un des facteurs les plus importants quant à la performance langagière post-implantatoire (par ex., Pasanisi et al., 2002).

La présente étude indique également que les structures neuronales nécessaires à l'élaboration du système linguistique semblent toujours disponibles même après quelques années de privation auditive. En effet, suite à l'implantation, le système nerveux central semble s'être modifié

en fonction des nouveaux inputs sensoriels pour donner lieu à un certain développement langagier.

Les performances langagières post-IC n'ont cependant pas évolué de façon linéaire, ce qui est congruent avec le développement linguistique normal. Les recherches en perception ont plutôt tendance à montrer une amélioration post-implantatoire continue.

Par ailleurs, on remarque que le développement langagier a été manifeste dès les premiers mois qui ont suivi l'intervention chirurgicale, tout comme nous révèle la littérature sur l'acquisition post-IC de la parole. Ainsi, une quantité limitée d'expérience sensorielle a été nécessaire pour activer le système langagier de ces enfants. Sans pouvoir affirmer qu'ils ont acquis une véritable compétence linguistique, il est possible de dire qu'à partir de très peu de productions orales, ils ont développé un vocabulaire et une morphosyntaxe graduellement plus complexes. Ces améliorations du langage très peu de temps après l'implantation pourraient s'expliquer par le fait que le retard linguistique initial était considérable et donc plus facile à combler. De plus, les enfants implantés étaient plus vieux que les enfants qui débutent normalement l'acquisition du langage, et se situaient donc à un stade cognitif probablement plus avancé. Cette maturité cognitive, appariée à un apprentissage incident accru, expliquerait ce développement langagier rapide. Les habiletés langagières de plus haut niveau requièrent des formes syntaxiques plus complexes, un vocabulaire plus grand et des concepts abstraits. Elles sont plus difficiles à atteindre, comme le suggèrent les légères diminutions de performance linguistique souvent observées autour de 18-24 mois.

De grandes différences inter-individuelles caractérisent toutefois le développement lexical et morphosyntaxique des enfants avec IC. Cette variabilité est également rencontrée dans le développement linguistique normal et dans le développement de la parole après l'implantation. En plus des facteurs cognitifs, de développement et environnementaux

rencontrés dans la population normale, l'hétérogénéité des résultats linguistiques des enfants implantés sous-tend la contribution de facteurs propres à leur condition (par ex., la neuropathologie de la surdité, le type d'IC, l'insertion des électrodes, etc.). Comme ces facteurs spécifiques s'inscrivent dans un processus développemental propre à chaque enfant, il devient difficile de distinguer la part d'influence qui revient aux variables générales de développement de celle venant de facteurs propres à une condition atypique de surdité.

L'un des apports de cette étude a été de mettre en évidence le rôle indépendant de plusieurs facteurs cliniques, socio-environnementaux et de développement qui influent sur l'émergence du langage suite à l'implantation. Nous aborderons maintenant ces facteurs, dont les plus contributifs sont le fait d'avoir appris ou non une langue signée avant l'opération, le sexe de l'enfant, le degré de perte auditive profonde et le milieu socio-culturel. L'âge à l'implantation n'a eu qu'un effet partiel à court terme.

4.2 APPRENTISSAGE ANTÉRIEUR D'UN LANGAGE SIGNÉ

Le facteur qui a eu le plus d'incidence sur l'acquisition langagière post-IC est le fait d'avoir appris ou non une langue signée avant l'implantation. Cette variable explique à elle seule 39% de la variabilité dans les performances linguistiques. Ceux qui n'ont pas appris de langue manuelle avant l'intervention, que ce soit la langue des signes française ou le français signé, ont un vocabulaire et une LME supérieurs à tous les points d'évaluation relativement à ceux à qui on a enseigné de telles langues.

Les études antérieures ont montré une contribution du mode de communication pré-opératoire sur la perception de la parole chez les enfants implantés (Quittner & Steck, 1991; Somers, 1991). Les présents résultats appuient cette relation au niveau du langage, alors que jusqu'à

présent, ce n'était pas toutes les recherches qui avaient conclu à l'influence du mode de communication sur le développement du langage post-IC (Miyamoto et al., 1997).

En fait, la littérature semble équivoque quant aux bienfaits de l'apprentissage concomitant d'une langue signée dans les cas d'implantation. D'abord, certains ont mentionné que les enfants sourds qui apprennent un langage gestuel surpassent les enfants sourds qui n'ont acquis aucune langue sur plusieurs mesures linguistiques (Moore & Sweet, 1990). Des études ont montré les effets positifs de l'apprentissage du langage signé chez les enfants sourds, non seulement pour le développement social, émotionnel et de la communication, mais aussi pour l'apprentissage du langage en général (Nordén, Preisler, Heiling, Hulphers, & Tvingstedt, 1981; Heiling, 1995). L'utilisation d'un support visuel avant l'implantation pourrait favoriser l'établissement d'un mode de communication orale, puisqu'il procure une base langagière et un sens à ce qui est transmis (Loundon, Busquet, Denoyelle, Roger, & Garabédian, 2003).

Parallèlement, ce qui ressort de la littérature et qui est congruent avec nos résultats, est la supériorité linguistique des enfants implantés intégrés dans des programmes rééducatifs de communication orale (CO; parole et langage oral uniquement) relativement aux enfants qui prennent part à des programmes de communication totale (CT; parole + forme codée manuellement). Les productions orales de ces derniers sont plus faibles au plan grammatical que leurs productions manuelles ou que la production orale des enfants en programmes CO. La plupart des langues manuelles ne favoriserait donc pas l'émergence du langage oral, les deux types de langage ne semblant pas se développer de façon simultanée au sein de la population pédiatrique implantée (Geers et al., 1984).

Ces recherches quant aux programmes rééducatifs ont ainsi montré que le mode de communication post-IC constitue un aspect essentiel du développement auditif et du langage oral, ce qui est en

accord avec nos observations en production naturelle. Plus l'emphasis est mise sur le développement des habiletés auditives et de parole, meilleurs seront les résultats linguistiques (Geers et al., 2002). Un entraînement qui inclut une langue signée sera plutôt associé à de moins bons résultats (Hodges et al., 1999), particulièrement lorsque cette langue signée ne représente pas bien la syntaxe de la langue orale.

Cette supériorité des enfants qui n'utilisent pas de langage signé s'explique de diverses façons. D'abord, ces enfants sont davantage exposés à la parole durant leurs activités quotidiennes et ils sont engagés dans un plus grand nombre d'activités de traitement oral que s'ils devaient également se fier à un langage signé. Ils sont obligés d'utiliser le langage oral pour se construire des représentations phonologiques robustes. Ils bénéficient d'une rétroaction auditive accrue, nécessaire à l'autorégulation, et cette utilisation intensive du langage oral promouvoit le transfert d'habiletés apprises en sessions structurées aux situations de la vie courante. Enfin, leurs parents et leurs enseignants attendent plus de leur langage oral, puisqu'ils n'ont pas d'autres moyens de communication.

À l'inverse, les enfants qui se fient à une langue manuelle seraient désavantagés, car plusieurs formes manuelles ne contiennent pas les codes phonétiques du langage oral correspondant. Le langage signé possède ses propres systèmes morphologique, syntaxique et sémantique, et ces différences quant à la façon dont le langage gestuel est construit peuvent gêner l'apprentissage d'aspects langagiers qui ont une base exclusivement auditive.

De plus, au plan cognitif, lorsqu'un enfant est exposé aux langages oral et gestuel, il doit diviser son attention souvent entre deux systèmes visuels, la lecture manuelle (signe et/ou épellation digitale) et la lecture labiale, en plus du système auditif. Ce traitement multimodal entraîne plus de risques d'interférence, c'est-à-dire que la connaissance du langage signé entre en compétition avec le traitement en modalité

auditive. La présence de deux modalités langagières pourrait donc nuire à l'intégration d'une information commune et unique. Ces informations plus difficiles à concilier augmentent la charge de traitement en mémoire de travail, laquelle joue un rôle majeur dans la compréhension du langage et la reconnaissance des mots (Baddeley et al., 1998).

Qui plus est, au niveau motivationnel, la dépendance à une langue manuelle pourrait gêner l'acquisition des habiletés de langage oral. En effet, le fait d'enseigner une langue signée à l'enfant témoigne de la part des parents, et de l'enfant tout dépendant de son âge, d'une plus grande acceptation de la surdité. L'amélioration linguistique limitée suite à l'implantation pourrait être redevable au développement d'une vision positive de la déficience auditive et à l'apprentissage de moyens de compensation efficaces auxquels l'enfant tend à se fier même après avoir appris une autre langue. L'ouïe doit plutôt être intégrée dans le système nerveux central avant que l'enfant n'ait pu dépendre de modalités sensorielles alternatives. Comme mentionné antérieurement, un enfant sourd de 5 ans qui a établi un système de communication manuelle progressera moins rapidement avec l'IC.

Finalement, l'apprentissage d'une langue signée avant l'implantation entraîne des changements neuronaux qui pourraient être néfastes à l'apprentissage d'une langue en modalité orale. On sait entre autres que chez les sourds congénitaux, la stimulation visuelle évoque des réponses plus grandes dans le cortex temporal, une région normalement associée au traitement auditif (Neville et al., 1983). L'absence d'amélioration auditive et langagière suite à l'implantation peut en partie être attribuable au phénomène de plasticité intermodale, par lequel des zones cérébrales auditives qui n'ont pas été stimulées deviennent occupées par d'autres processus cognitifs ou d'autres modalités, par exemple l'interprétation du langage signé (Nishimura et al., 1999) ou de la lecture labiale (Calvert et al., 1997). Ce phénomène sera davantage présent si une langue signée est enseignée.

De plus, la perception de la parole produirait très tôt des cartes mentales qui diffèrent selon les langues. Il y a ainsi création de filtres par lesquels le langage sera traité. Le fait que les nourrissons, entre 6 et 12 mois, deviennent incapables de distinguer les sons de diverses langues, ce qu'ils étaient capables de faire auparavant, reflète l'influence de ces filtres qui biaisent la perception au profit de la langue maternelle. Si l'apprentissage d'une première langue implique la création de cartes mentales de la parole, il implique probablement des structures neuronales sous-jacentes. C'est cet engagement neuronal au traitement de la première langue qui interférerait avec le traitement des patrons d'une langue seconde, qui ne se conforme pas aux filtres mentaux déjà établis (Kuhl, 2000).

4.3 SEXE DE L'ENFANT

Le second facteur en importance pour expliquer la variance dans l'acquisition post-implantatoire du langage est le sexe de l'enfant. Il explique de façon individuelle 21% des résultats langagiers post-IC. Ainsi, les filles surpassent les garçons à tous les points d'évaluation sur une période de 3 ans quant à la production orale, le vocabulaire et la maturité morphosyntaxique. Les deux groupes débutent à un point semblable de LME, mais les filles s'améliorent significativement plus que les garçons sur la durée du suivi.

Certaines différences sexuelles ont été observées dans le développement normal du langage. Selon un résumé des recherches sur ce sujet, la supériorité des filles, lorsqu'elle existe, se situe au niveau du vocabulaire, de la loquacité et de la clarté d'élocution (Schachter et al., 1978). Un avantage des filles en lecture, en épellation et en grammaire a également été rapporté (Feingold, 1993). Les différences relatives à la coissance du vocabulaire seraient présentes avant 2 ans (Nelson, 1973;

Reznick & Goldfield, 1992), puis disparaîtraient après cet âge (Maccoby & Jacklin, 1974).

Ces différences langagières inter-sexes pourraient en partie s'expliquer par des facteurs sociaux et affectifs. En effet, les parents, qui s'attendraient à ce que les filles soient meilleures sur le plan verbal, parleraient davantage aux filles qu'aux garçons en bas âge. Cette expérience et cet entraînement accrus favoriseraient les vocalisations et les productions orales précoces (Bee, Mitchell, Barnard, Eyres, & Hammond, 1984). D'autres études corroborent la création plus rapide du vocabulaire chez les enfants à qui l'on parle beaucoup (Engle, Nechlin, & Arkin, 1975). Le style parental interagirait ainsi avec d'autres variables – environnementales, biologiques, ou les deux – pour donner lieu à de légères différences dans le développement linguistique selon le sexe.

Cependant, peu d'études ont tenté de vérifier l'influence de cette variable dans une situation atypique de développement langagier, comme lors d'une implantation pédiatrique, où la qualité de l'environnement linguistique apparaît avoir une importance particulière.

4.4 OÙÏE RÉSIDUELLE

Le troisième facteur prédictif de l'acquisition du langage après l'implantation est le degré d'ouïe résiduelle, qui explique à lui seul 14% de la variance. Bien que les enfants avec déficience auditive de niveau I+II débutent avec un retard lexical et productif quant aux enfants de niveau III, ils finissent par les rattrapper et même les dépasser après 3 ans d'expérience avec l'IC. Toutefois, il est curieux de constater que ces enfants de niveau I+II ont une LME plus faible à tous les points d'évolution lorsque comparés aux enfants avec déficit auditif profond de niveau III.

En effet, il aurait été raisonnable de s'attendre à ce que les enfants avec davantage d'ouïe résiduelle acquièrent plus facilement le langage

via l'IC. La littérature montre en effet que ces enfants ont une meilleure perception de la parole (Cowan et al. 1997), une intelligibilité supérieure (Boothroyd, 1984; Monsen, 1978 ; Smith, 1975) et une croissance accrue de la LME (Szagun, 2002). Cette supériorité linguistique pourrait être due en partie au nombre plus élevé de composantes neuronales chez les personnes qui ont de meilleurs seuils audiométriques (Spoendlin, 1979).

Toutefois, des auteurs rapportent que des enfants avec audiogrammes similaires peuvent avoir un développement langagier différent et inversement (de Quiros, 1980). L'expérience montre aussi qu'il y a des enfants dont le développement du langage ne correspond pas à leurs seuils auditifs. Bien que leurs habiletés auditives s'améliorent, leur parole et leur langage se développent parfois très lentement ou aucunement (Holm et al., 1998). Ceci montre encore une fois le contraste entre habiletés perceptives et aspect productif du langage, sur lequel portent nos résultats.

Les performances plutôt contre-intuitives observées dans notre étude quant au degré de perte auditive peuvent s'expliquer par le fait que des variables plus influentes interviennent dans la relation entre ouïe résiduelle et résultats langagiers. Plus précisément, une grande majorité des enfants qui ont une perte auditive de niveau III n'ont pas appris de langue signée avant l'opération, facteurs qui s'est avéré le plus important dans le pronostic linguistique post-IC.

4.5 MILIEU SOCIO-CULTUREL

Le quatrième facteur qui explique la variabilité dans le développement langagier suite à une implantation est le milieu socio-culturel de l'enfant, tel que déterminé par la profession du père et la scolarité de la mère. Cette variable explique 24% des performances linguistiques post-IC. Les enfants de milieu favorisé surpassent en production et en lexique leurs pairs implantés de milieux moyen ou

défavorisé. Bien que les deux groupes débutent l'étude avec une faible LME, les enfants en provenance d'un milieu plus aisé progressent significativement mieux durant le suivi en regard de leur maturité morphosyntaxique.

Ces résultats sont en accord avec la littérature, qui souligne que les familles monoparentales et plus pauvres ont moins de ressources humaines et financières pour promouvoir le développement de l'enfant en général. Les parents plus pauvres, en raison de plusieurs facteurs dont une plus grande charge de stress, ont moins de temps et s'impliquent moins dans les expériences éducatives (McCulloch & Joshi, 2001). La pauvreté en bas âge est associée à de moins bons résultats à divers tests cognitifs, alors que les enfants qui vivent dans de meilleurs environnements et qui ont des parents plus éduqués ont des résultats supérieurs à ces mêmes tests. Chez les enfants de 2 à 4 ans, le milieu socio-culturel joue un rôle important quant à la maturité morphosyntaxique et au vocabulaire (Le Normand, 1997). Chez les enfants sourds, ceux qui viennent de plus petite famille et qui ont des parents plus éduqués tendent à avoir un meilleur langage oral et signé (Geers et al., 2002).

Nos résultats démontrent bien que la qualité de l'environnement est une variable prédictive importante de la performance linguistique suite à l'IC. Le statut socio-économique refléterait en fait l'implication parentale et le niveau d'aspiration des parents (Geers et al., 1984). Ces ambitions et comportements parentaux sont fortement reliés au développement vocal et verbal de l'enfant (Holm et al., 1998). La motivation linguistique fournie par l'environnement jouerait ainsi un rôle fondamental (de Quiros, 1980).

4.6 ÂGE À L'IMPLANTATION

Les résultats obtenus dans cette recherche ont montré un effet partiel et à court terme de l'âge à l'implantation sur la qualité du langage post-IC. Ce facteur a semblé avoir une incidence sur l'acquisition de la LME durant la première année post-IC, effet qui s'est dissipé par la suite. D'autres études ont montré que plus l'implantation est précoce, meilleur sera le développement du langage, tant au niveau du vocabulaire (Bollard et al., 1999) que de la LME (Szagun, 2002). Cela s'explique par le fait que les jeunes enfants disposent d'une plasticité cérébrale accrue et intègrent mieux les nouveaux inputs linguistiques. De plus, les jeunes enfants sont davantage capables d'apprendre de façon incidente, alors que les enfants implantés plus tardivement dépendent de l'instruction didactique, une méthode moins efficace pour la maîtrise véritable d'une langue (Robbins et al., 1999). Par contre, certaines études ne peuvent mettre en évidence le rôle de l'âge à l'implantation sur le développement linguistique post-IC.

Une explication possible de la corrélation positive à court terme observée entre l'âge à l'implantation et la croissance de la LME est que les enfants implantés plus tardivement sont plus vieux, et donc ont une plus grande maturité mentale, sociale et cognitive. Cela a d'ailleurs déjà été rapporté dans d'autres études. Ces enfants peuvent compter sur des capacités représentationnelles plus raffinées, de meilleures habiletés exécutives, une mémoire de travail plus efficace, etc. (Diamond, 1991). Ils ont des stratégies de compréhension non verbale plus sophistiquées et peuvent tirer parti de leurs connaissances du monde pour mieux apprendre la langue. À l'inverse, le très jeune enfant n'est pas prêt conceptuellement à intégrer certaines classes de mots complexes, nécessaires à une plus longue LME. Par contre, les capacités de traitement des enfants plus jeunes augmentent graduellement et ils finissent eux aussi par posséder les habiletés requises pour une plus

grande complexité morphosyntaxique. C'est pourquoi les différences de performances relatives à l'âge d'implantation disparaissent aux points d'observation subséquents. Ces résultats suggèrent donc que le développement linguistique de l'enfant semble s'intégrer dans le développement cognitif plus général. Par conséquent, l'implantation devrait idéalement s'effectuer durant la période temporelle qui coïncide avec ce développement des habiletés cognitives, sociales et de communication.

Cela nous amène à la notion de période critique chez les enfants avec expérience auditive retardée. De meilleures performances chez les enfants implantés plus jeunes auraient sous-tendu l'existence d'une période critique, où la plasticité cérébrale est telle qu'elle peut compenser la privation sensorielle et permettre l'élaboration du langage oral. Cela n'est pas le cas dans la présente étude, où l'âge à l'implantation constitue un prédicteur faible et partiel du progrès linguistique post-IC. De plus, nos résultats ne supportent pas la notion de période critique formulée par Locke (1997). Selon cette perspective, un progrès syntaxique chez les enfants implantés serait exclu, puisque les individus dont le lexique est sous-développé durant la période où les opérations grammaticales sont déclenchées présenteront des déficits linguistiques importants. Les enfants implantés dans notre étude sont peu susceptibles d'avoir acquis un nombre suffisant de mots dans les limites de la période dite critique (18-36 mois) pour déclencher le mécanisme responsable de l'analyse grammaticale. Pourtant, leur LME croît graduellement. Il apparaît donc que d'autres facteurs, en particulier l'expérience, jouent un rôle plus considérable que les facteurs de maturation. À tout le moins, la notion de période sensible pourrait être plus adaptée, puisqu'elle stipule que les humains ont une capacité accrue pour l'apprentissage du langage durant une certaine période temporelle, mais qu'une croissance langagière plus lente est possible ultérieurement.

Enfin, seule la LME a été affectée par l'âge à l'implantation. Le lexique et la production orale ne semblent pas sujets au phénomène de période critique/sensible. Le vocabulaire peut effectivement se bonifier tout au long de la vie (Abutalebi, Cappa, & Perani, 2001), via la mémoire déclarative. Seules les compétences linguistiques implicites (prosodie, phonologie, morphologie, syntaxe), sous-tendues par la mémoire procédurale dont la plasticité décline à partir de 5 ans, relèveraient de l'hypothèse de période critique (Paradis, 2004).

4.7 CONCLUSION GÉNÉRALE

La présente recherche apporte un éclairage nouveau quant à notre compréhension des divers facteurs qui modulent la production langagière suite à une stimulation auditive tardive. Jusqu'à présent, les données disponibles traitaient plutôt des aspects perceptuels.

Les facteurs environnementaux, en particulier l'environnement linguistique et le milieu socio-culturel, jouent un rôle prépondérant quant au pronostic langagier des jeunes enfants implantés. En fait, l'acquisition du langage post-IC ne s'effectue pas en-dehors de l'expérience sociale de l'enfant et de son environnement linguistique.

Par contre, des facteurs d'ordre biologique, comme le sexe et le degré d'audition résiduelle, comptent également parmi les variables d'influence. L'âge à l'implantation, relié à la notion de programme inné d'acquisition linguistique, ne joue pas le rôle qu'on lui a attribué dans d'autres travaux auprès de cette population atypique. L'expérience et l'environnement interviennent donc davantage que les facteurs maturationnels.

En fait, le développement linguistique après l'implantation peut être vu comme étant dépendant d'interactions complexes entre des facteurs externes et internes à l'enfant, dont certains sont présents dans le développement linguistique normal. Dans une certaine mesure, cela va

à l'encontre des théories nativistes qui ne voient aucune alternative aux contraintes innées dans le développement langagier. Nos résultats suggèrent davantage que le cerveau en développement est le produit de processus dynamiques et adaptatifs qui opèrent à l'intérieur de contextes biologiques et environnementaux continuellement en changement.

Par ailleurs, cette recherche procure également des évidences indirectes de plasticité cérébrale chez les enfants implantés, et permet de voir à long terme comment ces enfants compensent la privation auditive. Une telle plasticité est supposée, du fait que les enfants parviennent à acquérir le langage suite à la reprise des stimulations auditives par l'IC. Leur cerveau compense dans une certaine mesure les effets de la privation sensorielle.

Il existe d'autres évidences indirectes de la plasticité cérébrale chez les jeunes enfants implantés, principalement tirées des études de perception. Par exemple, des enfants implantés avant 6 ans présentent une reconnaissance complète de la parole, ce que les auteurs interprètent comme un indice de plasticité neuronale durant les six premières années de vie (Manrique et al., 1999). De même, le métabolisme cérébral sous-jacent à la compréhension de la parole peut revenir à un taux pratiquement normal après l'implantation, ce qui suggère que les mécanismes cérébraux qui sous-tendent la compréhension se modifient suite à une reprise d'afférences auditives (Ito et al., 1993).

Les études animales apportent également des évidences de plasticité cérébrale suite à l'implantation. Après quelques mois d'implantation, on a remarqué chez les chats sourds congénitaux davantage de traitement cortical de l'information sonore et une plus grande efficacité synaptique que chez les chats sourds non stimulés. L'activité neuronale des chats implantés ressemble à celle de chats entendants (Klinke et al., 1999).

Par contre, les études d'imagerie montrent qu'il peut y avoir compensation cérébrale atypique après période de surdité. Chez les

sourds postlinguaux implantés, la parole entraîne une activation plus élevée non seulement dans le cortex temporal gauche mais aussi dans son homologue droit et dans les lobes frontaux (Naito & Honjo, 2000). De plus, chez certains utilisateurs d'IC, le cortex temporal supérieur présente un changement de spécificité fonctionnelle. On observe aussi un recrutement de régions cérébrales non langagières et une contribution des régions visuelles lors de la reconnaissance de sons de la parole (Giraud, Price, Graham, & Frackowiak, 2001). Chez des individus sourds prélinguaux implantés avant 8 à 10 ans, l'imagerie cérébrale montre une activation limitée des aires auditives associatives en présence de sons de la parole, ce qui témoigne d'une plasticité limitée dans ces zones cérébrales (Fujiki et al., 2000). Un parallèle peut également être établi avec le versant visuel, où les études réalisées auprès d'aveugles montrent l'importance d'une stimulation sensorielle précoce mais aussi de la présence de plasticité intermodale et d'une limite temporelle pour la récupération des fonctions visuelles. Entre autres, les chatons élevés durant plus de 6 mois dans le noir ne développent pas entièrement leurs capacités visuelles. Chez les humains, les enfants avec cataractes bilatérales récupèrent uniquement lorsqu'ils sont opérés précocement (Maurer, Lewis, Brent, & Levin, 1999).

Par ailleurs, concernant nos résultats, mentionnons qu'une grande proportion de la variance observée dans les performances langagières suite à l'implantation demeure inexplicée. Ceci nous indique que des variables additionnelles sont déterminantes dans l'émergence tardive du langage. Les enfants sourds constituent une population hétérogène avec de grandes variations au niveau de la maturité auditive, cognitive et linguistique. Ces variations sont souvent difficiles à estimer avant l'intervention. Néanmoins, notre étude a permis de mieux identifier les variables susceptibles de prédire l'acquisition linguistique après l'intervention chirurgicale et de quantifier leur impact.

Cet exercice se veut essentiel tant au plan clinique, de la rééducation qu'au niveau scientifique.

De plus, d'importantes recommandations quant aux stratégies d'intervention auprès des enfants implantés peuvent être tirées de cette recherche. Entre autres, les décideurs en matière d'implantation pédiatrique, soit les parents et les professionnels de la santé, doivent tenir compte des variables d'influence dans leur décision d'implanter ou non. Le fait que les variables environnementales occupent un rôle prépondérant dans l'émergence du langage post-IC est encourageant, puisqu'il s'agit de variables sur lesquelles la plupart des intervenants peuvent agir. Plus précisément, les familles doivent être sensibilisées à l'importance d'un milieu de vie enrichi pour la réussite linguistique de leur enfant implanté. Cela signifie les exposer le plus possible au langage oral, en s'impliquant dans des expériences éducatives, en prévoyant davantage de ressources pour promouvoir leur développement linguistique, en mettant à leur disposition des livres, films et autres stimuli favorables à la communication et en entretenant des aspirations élevées pour leur langage oral. De même, dès que la décision d'implanter est prise, l'éducation sous forme de langage signé devrait être délaissée au profit des aspects oraux.

Finalement, il serait intéressant d'orienter les futures recherches en matière d'IC sur les processus cognitifs et les ressources de traitement qui interviennent entre l'input auditif et la réponse langagière. Ces avenues de recherche peu explorées permettraient de préciser de nouveaux prédicteurs de performance linguistique. Très peu d'études ont été faites à ce jour sur l'apprentissage perceptuel, la catégorisation, le développement conceptuel et la mémoire de travail des enfants implantés, qui sont pourtant des facteurs clés dans l'acquisition de nouveaux mots et la production du langage oral. Les quelques recherches qui s'y sont attardées avancent que l'enfant sourd présente une lenteur au plan de la répétition subvocale et de l'exploration des

items phonologiques en mémoire à court terme. Les enfants sourds implantés ont également des empanns directs et indirects plus courts pour le matériel verbal et spatial (Cleary, Pisoni, & Geers, 2001). Les réseaux attentionnels sous-jacents au traitement de l'information auditive seraient donc affectés par la privation sensorielle. De telles voies sont construites durant les deux premières années de vie (Rothbart & Posner, 2001). Des recherches plus poussées à ce niveau permettraient de découvrir si les problèmes langagiers sont des conséquences directes des déficits perceptifs ou plutôt s'ils sont influencés par des processus cognitifs plus généraux.

Reste aussi à montrer que le développement langagier des enfants implantés leur permettra de participer pleinement à la société entendant. Des données sociolinguistiques et de qualité de vie post-IC sont donc requises, pour nous aider à identifier les retombées d'une stimulation auditive tardive aux plans social, psychologique et professionnel.

BIBLIOGRAPHIE

Abutalebi, J., Cappa, S.F., & Perani, D. (2001). The bilingual brain as revealed by functional neuroimaging. *Bilingualism : Language and Cognition*, 4, 169-178.

Anderson, I., Weichbold, V., D'Haese, P.S.C., Szuchnik, J., Quevedo, M.S., Martin, J., Dieler, W.S., & Phillips, L. (2004). Cochlear implantation in children under the age of two – what do the outcomes show us? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 68(4), 425-431.

Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158-173.

Bakeman, R., & Adamson, L.B. (1986). Infant's conventionalized acts : gestures and words with mothers and peers. *Infant Behavior and Development*, 9, 215-230.

Baldwin, D.A., & Tomasello, M. (1998). Word learning : A window on early pragmatic understanding. Dans E.V. Clard (Ed.), *Proceedings of the Stanford Child Language Research Forum*. Standford, CA : Center for the study of Language and Information.

Balkany, T.J., Hodges, A.V., Miyamoto, R.T., Gibbin, K., & Odabassi, O. (2001). Cochlear implants in children. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 34, 455-467.

Bassano, D. (1998a). L'élaboration du lexique précoce chez l'enfant français : structure et variabilité. *Enfance*, 4, 123-153.

Bassano, D. (1998b). Sémantique et syntaxe dans l'acquisition des classes de mots: l'exemple des noms et des verbes en français. *Langue Française*, 118, 26-48.

Bassano, D., Maillochon, I., & Eme, E. (1998). Developmental changes and variability in early lexicon : a study of French children's naturalistic productions. *Journal of Child Language*, 25, 493-531.

Bates, E., & Carnevale, G. (1993). New directions in research on language development. *Developmental Review*, 13, 436-470.

Bates, E., Dale, P., & Thal, D. (1995). Individual differences and their implications for theories of language development. Dans P. Fletcher, & B. MacWhinney (Eds.), *The handbook of child language* (pp. 96-151). Oxford, UK : Basil Blackwell.

Bates, E., Marchman, V., Thal, D., Fenson, L., Dale, P., Reznick, J.S., Reilly, J., & Hartung, J. (1994). Developmental and stylistic variation in the composition of early vocabulary. *Journal of Child Language*, 21, 85-123.

Battmer, R.-D., Gupta, S.P., Allum-Mecklenburg, D.J., & Lenarz, T. (1995). Factors influencing cochlear implant perceptual performance in 132 adults. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 166, 185-187.

Bee, H.L., Mitchell, S.K., Barnard, K.E., Eyres, S.J., & Hammond, M.S. (1984). Predicting intellectual outcomes : Sex differences in response to early environmental stimulation. *Sex Roles*, 10, 783-803.

Belal, A. (1987). Pathology as it relates to ear surgery. VI. Cochlear implantation. *Journal of Laryngology and Otology*, 101(3), 245-59.

Berman, N.E.J. (1991). Alterations of visual cortical connections in cats following early removal of retinal input. *Developmental Brain Research*, 63(1-2), 163-180.

Blamey, P., Arndt, P., Bergeron, F., Bredberg, G., Brimacombe, J., Facer, G., Larky, J., Larky, J., Lindström, B., Nedzelski, J., Peterson, A., Shipp, D., Staller, S., & Whitford, L. (1996). Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants. *Audiology & Neuro-Otology*, 1, 293-306.

Blamey, P.J., Sarant, J.Z., Paatsch, L.E., Barry, J.G., Bow, C.P., Wales, R.J., Wright, M., Psarros, C., Rattigan, K., & Tooher, R. (2001). Relationships among speech perception, production, language hearing

loss, and age in children with impaired hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44 (2), 264-285.

Bloom, L. (1970). *Language development: Form and function in emerging grammars*. Cambridge, MA: MIT Press.

Bloom, L. (1993). *The Transition from infancy to language: Acquiring the power of expression*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bloom, L., & Lahey, M. (1978). *Language development and language disorders*. New York: John Wiley and Sons.

Bollard, P.M., Popp, A., Chute, P.M., & Parisier, S.C. (1999). Specific language growth in young children using the Clarion cochlear implant. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 108, 119-123.

Boosman, K., & Szagun, G. (1998). Caretakers' speech input to young children with cochlear implants. Poster presentation at the Conference "New neuroethology on the move", 26th Neurobiology Conference, Göttinger, Mars.

Boothroyd, A. (1984). Auditory perception of speech contrasts by subjects with sensorineural hearing loss. *Journal of Speech and Hearing Research*, 27, 134-144.

Boothroyd, A., Geers, A.E., & Moog, J.S. (1991). Practical implications of cochlear implants in children. *Ear and Hearing (Suppl.)*, 12, 81-89.

Boysson-Bardies, B. de (1996). *Comment la parole vient aux enfants*. Paris : Odile Jacob.

Boysson-Bardies, B. de, & Vihman, M.M. (1991). Adaptation to language : Evidence from babbling and first words in four languages. *Language*, 67, 297-320.

Brown, R. (1973). *A first language*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Brown, R., & Fraser, C. (1963). The acquisition of syntax. Dans C. N. Cofer, & B.S. Musgrave (Eds.), *Verbal behavior and learning: problems and processes*. New York, NJ : McGraw-Hill.

Brown, R., & Hanlon, C. (1970). Derivational complexity and order of acquisition in child speech. Dans J.R. Hayes (Ed.), *Cognition and the development of language*. New York : Wiley.

Calvert, G.A, Bullmore, E.T, Brammer, M.J, Campbell, R, Williams, S.C, McGuire, P.K, Woodruff, P.W, Iversen, S.D, & David, A.S. (1997). Activation of auditory cortex during silent lipreading. *Science*, 276, 593-596.

Cherry, L., & Lewis, M. (1978). Differential socialization of girls and boys : Implications for sex differences in language development. Dans N. Waterson, & C. Snow (Eds.), *The development of communication* (pp. 189-197). New York : Wiley.

Chin, S.B., Meyer, T.A., Hay-McCutcheon, M., Wright, G.A., & Pisoni, D.B. (2000). Structure of mental lexicons of children who use cochlear implants: preliminary findings. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 185, 114-116.

Chomsky, N. (1957). *Syntactic structures*. Oxford, England : Mouton.

Chomsky, N. (1980). *Rules and representations*. Oxford : Basil Blackwell.

Chouard, C.H., Meyer, B., Josset, P., & Buche, J.F. (1983). The effect of the acoustic nerve chronic electrical stimulation upon the guinea pig cochlear nucleus development. *Acta Oto-laryngologica*, 95, 639-645.

Clark, E.V. (1993). *The lexicon in acquisition*. Cambridge : C.U.P.

Clark, G. (2003). Cochlear implants in children: safety as well as speech and language. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology (Suppl.1)*, 67, 7-20.

Cleary, M., Pisoni, D., & Geers, A. (2001). Some measures of verbal and spatial working memory in eight- and nine-year-old hearing impaired children with cochlear implants. *Ear and Hearing*, 22, 395-411.

Cohen, S.E., & Beckwith, L. (1976). Maternal language in infancy. *Developmental Psychology Monograph*, 12(4), 371-372.

Cohen, N.L., Waltzman, S.B., & Fisher, S.G. (1993). A prospective, randomized study of cochlear implants. *The New England Journal of Medicine*, 328(4), 233-237.

Conti-Ramsden, G., & Windfuhr, K. (2002). Productivity with word order and morphology: A comparative look at children with SLI and children with normal language abilities. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 37(1), 17-30.

Coppola, M., Senghas, A., Newport, E.L., & Supalla, T. (1998). *The emergence of grammar : Evidence from family-Based gesture systems in Nicaragua*. University of Rochester, unpublished manuscript.

Cowan, R.S., DelDot, J., Barker, E.J., Sarant, J.Z., Pegg, P., Dettman, S., Galvin, K.L., Rance, G., Hollow, R., Dowell, R.C., Pyman, B., Gibson, W.P., & Clark, G.M. (1997). Speech perception results for children with implants with different levels of preoperative residual hearing. *American Journal of Otology (Suppl. 6)*, 18, 125-126.

Crosson, J., & Geers, A.E. (2000). Structural analysis of narratives produced by a group of young cochlear implant users. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 185, 118-119.

Cullington, H., Hodges, A.V., Butts, S.L., Dolan-Ash, S., & Balkany, T.J. (2000). Comparison of language ability in children with cochlear implants placed in oral and total communication educational settings. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 185, 121-123.

Curtiss, S. (1977). *Genie : A psycholinguistic study of a modern day « Wild Child »*. New York : Academic Press.

Dale, D.M.C. (1974). *Language development in deaf and partially hearing children*. Springfield, IL : Charles C. Thomas.

Dauman, R., Debruge, E., Carbonnière, B., Lautissier-Berger, S., Bouyé, J., & Soriano, V. (1996). Development of capacities of communication and socialization in young deaf children: utility of a common assessment protocol for implanted or hearing aid equipped children. *Acta Oto-Laryngologica*, 116, 234-239.

Davis, J. (1974). Performance of young hearing-impaired children on a test of basic concepts. *Journal of Speech and Hearing Research*, 17, 342-351.

Dawson, P.W., Busby, P.A., McKay, C.M., & Clark, G.M. (2002). Short-term auditory memory in children using cochlear implants and its relevance to receptive language. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 789-801.

DeCasper, A.J., & Fifer, W.P. (1980). On human bonding : newborns prefer their mothers' voices. *Science*, 208, 1174-1176.

DeCasper, A.J., & Spence, M.J. (1986). Prenatal maternal speech influences newborn's perception of speech sounds. *Infant Behavior and Development*, 9, 133-150.

Desrosières, A., Goy, A., & Thévenot, L. (1983). L'identité sociale dans le travail statistique : la nouvelle nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles. *Économie et Statistique*, 152, 55-81.

Diamond, A. (1991). Neuropsychological insights into the meaning of object concept development. Dans S. Carey, & R. Gelman (Eds.), *The epigenesis of mind. Essays on biology and cognition* (pp. 67-110). New Jersey : Lawrence Erlbaum

Eilers, R.E., & Oller, D.K. (1994). Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment. *Journal of Pediatrics*, 124(2), 199-203.

Eisenberg, L.S., Berliner, K.I., Thielemeir, M.A., Kirk, K.I., & Tiber, N. (1983). Cochlear implants in children. *Ear and Hearing*, 4, 41-50.

Eisenberg, L.S., Kirk, K.I., Thielemeir, M.A., Luxford, W.M., & Cunningham, J.K. (1986). Cochlear implants in children: speech production and auditory discrimination. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 19(2), 409-421.

Ellemberg, D., Lewis, T.L., Maurer, D., Lui, C.H., & Brent, H.P. (1999). Spatial and temporal vision in patients treated for bilateral congenital cataracts. *Vision Research*, 39, 3480-3489.

Engle, M., Nechlin, H., & Arkin, A.M. (1975). Aspects of mothering : Correlates of the cognitive development of black male infants in the second year of life. Dans A. Davids (Eds.), *Child personality and psychopathology : Current topics (vol. 2)*. New York : Wiley.

Ertmer, D.J., Strong, L.M., & Sadagopan, N. (2003). Beginning to communicate after cochlear implantation : oral language development in a young child. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46, 328-340.

Feingold, A. (1993). Cognitive gender differences: A developmental perspective. *Sex Roles*, 29, 91-112.

Ferguson, C.A., & Farwell, C.B. (1975). Words and sounds in early language acquisition : English initial consonants in the first fifty words. *Language*, 51, 419-439.

Fernald, A., & Morikawa, H. (1993). Common themes and cultural variations in Japanese and American mothers' speech to infants. *Child Development*, 64, 637-656.

Francis, H.W., & Niparko, J.K. (2003). Cochlear implantation update. *Pediatric Clinics of North America*, 50, 341-361.

Fromkin, V. Krashen, S., Curtiss, S., Rigler, D., & Rigler, M. (1974). The development of language in Genie: a case of language acquisition beyond the "critical period". *Brain and Language*, 1, 81-107.

Fryauf-Bertschy, H., Tyler, R.S., Kelsay, D.M.R., & Grantz, B.J. (1997). Cochlear implant use by prelingually deafened children : the influences of age at implant and length of device use. *Journal of Speech and Hearing Research*, 40, 183-199.

Fujiki, N., Naito, Y., Hirano, S., Kojima, H., Shiomi, Y., Nishizawa, S., & Honjo, I. (2000). Brain activities of prelingually and postlingually deafened children using cochlear implants. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 185 12-14.

Gantz, B.J., Rubinstein, J.T., Tyler, R.S., Teagle, H.F.B., Cohen, N.L., Waltzman, S.B., Miyamoto, R.T., & Kirk, K.I. (2000). Long-term results of cochlear implants in children with residual hearing. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 185, 33-36.

Gantz, B.J., Tyler, R.S., Knutson, J.F., Woodworth, G., Abbas, P., McCabe, B.F., Hinrichs, J., Tye-Murray, N., Lansing, C., & Kuk, F. (1988). Evaluation of five different cochlear implant designs : audiologic assessment and predictors of performance. *Laryngoscope*, 98, 1100-1106.

Geers, A.E., Kuehn, G., & Moog, J.S. (1981). EPIC: Experimental project in the instructional concentration: Evaluation and results. *American Annals of the Deaf*, 126, 929-964.

Geers, A.E., & Moog, J.S. (1978). Syntactic maturity of spontaneous speech and elicited imitations of hearing-impaired children. *Journal of Speech and Hearing Disorder*, 43, 380-391.

Geers, A.E., & Moog, J.S. (1988). Predicting long-term benefits from single-channel cochlear implants in profoundly hearing-impaired children. *American Journal of Otology*, 9, 169-176.

Geers, A.E., & Moog, J.S. (1990). *Scales of early communication skills for hearing impaired children*. St. Louis : Central institute for the deaf.

Geers, A., Moog, J., & Schick, B. (1984). Acquisition of spoken and signed English by profoundly deaf children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 49(4), 378-88.

Geers, A., Uchanski, R., Brenner, C., Tye-Murray, N., Nicholas, J., & Tobey, E. (2002). Rehabilitation factors contributing to implant benefit in children. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 111, 127-130.

Giraud, A.L., Price, C.J., Graham, J.M., & Frackowiak, R.S.J. (2001). Functional plasticity of language-related brain areas after cochlear implantation. *Brain*, 124, 1307-1316.

Giraud, A.L., Truy, E., Frackowiak, R.S.J., Grégoire, M.-C., Pujol, J.-F., & Collet, L. (2000). Differential recruitment of the speech processing system in healthy subjects and rehabilitated cochlear implant patients. *Brain*, 123, 1391-1402.

Goldfield, B.A. (1993). Noun bias in maternal speech to one-year-olds. *Journal of Child Language*, 20, 85-99.

Goldin-Meadow, S., & Mylander, C. (1984). Spontaneous sign system created by deaf children in two cultures. *Nature*, 391, 279-281.

Goldstein, M., King, A., & West, M. (2003). Social interaction shapes babbling : testing parallels between birdsong and speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100, 8030-8035.

Gopnik, A., & Metzloff, A. (1987). The development of categorization in the second year and its relation to the other cognitive and linguistic developments. *Child Development*, 58, 1523-1531.

Grant, A.K., Cheng, G.D., & Niparko, J.K. (1999). Meta-analysis of pediatric cochlear implant literature. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl. 177)*, 108, 124-128.

Grégoire, M.N., Rondal, J.A., & Pérée, F. (1984). Aspects morpho-syntaxiques et lexicaux du langage spontané d'enfants de 2 à 5 ans. *Enfance*, 1, 51-65.

Gregory, S., & Mogford, K. (1981). *Early language development in deaf children. Perspectives on BSL and deafness*. London; Croom Helm.

Hammes, D.M., Willis, M., Novak, M.A., Edmondson, D.M., Rotz, L.A., & Thomas, J.F. (2002). Early identification and cochlear implantation: critical factors for spoken language development. *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 111, 74-78.

Harrison, R.V. (1987). Cochlear implants: a review of the principles and important physiological factors. *The Journal of Otolaryngology*, 16(5), 268-275.

Harrison, R.V., Stanton, S.G., Ibrahim, D., Nagasawa, A., & Mount, R.J. (1993). Neonatal cochlear hearing loss results in developmental abnormalities of the central auditory pathways. *Acta Otolaryngologica*, 113, 296-302.

Hartmann, R., Shepard, R., Heid, S., & Klinke, R. (1997). Response of the primary auditory cortex to electrical stimulation of the auditory nerve in the congenitally deaf white cat. *Hearing Research*, 112, 115-133.

Harwerth, R.S., Smith, E.L., Duncan, G.C., Crawford, M.L.J., & von Noorden, G.K. (1986). Multiple sensitive periods in the development of the primate visual system. *Science*, 232, 235-238.

Hasenstab, M.S., & Tobey, E.A. (1991). Language development in children receiving Nucleus multichannel cochlear implants. *Ear and Hearing (Suppl.)*, 12(4), 55-65.

Heiling, K. (1995). *The development of Deaf Children*. Signum, Hamburg.

Hodges, A.V., Dolan, M., Balkany, T.J., Schloffman, J.J., & Butts, S.L. (1999). Speech perception results in children with cochlear implants : contributing factors. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 121(1), 31-34.

Hollich, G.J., Hirsh-Pasek, K., & Golinkoff, R.M., Brand, R.J., Brown, E., Chung, H.L., Hennon, E., & Rocroi, C. (2000). Breaking the language barrier : An emergentist coalition model for the origins of word learning. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 65(3), 1-123.

Holm, M., Frischmuth, S., & Vinter, S. (1998). Hearing aids or cochlear implant? Criteria for evaluating the hearing abilities of deaf children aged 1-2 years – an introductory paper. *Deafness and Education*, 22(3), 9-17.

Huttenlocher, P.R. (1979). Synaptic density in human frontal cortex – Developmental changes and effects of aging. *Brain Research*, 163, 195-205.

Hyvarinen, J., Carlson, S., & Hyvarinen, L. (1981). Early visual deprivation alters modality of neuronal responses in area 19 of monkey cortex. *Neuroscience Letters*, 26(3), 239-243.

Innocenti, G.M., & Frost, D.O. (1979). Effects of visual experience on the maturation of the efferent system to the corpus callosum. *Nature*, 280, 231-234.

Inscoc, J. (1999). Communication outcomes after paediatric cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 47(2), 195-200.

Ito, J., Iwasaki, Y., Sakakibara, J., & Yonekura, Y. (1993). Positron emission tomography of auditory sensation in deaf patients and patients with cochlear implants. *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 102, 797-801.

Ito, K., Suzuki, Y., Toma, M., Shiroma, M., & Kaga, K. (2002). Postlingual collapse of language and its recovery after cochlear

implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 62(3), 261-265.

Johnson, J., & Newport, E. (1989). Critical period effects in second language learning: The influence of maturational state on the acquisition of English as a second language. *Cognitive Psychology*, 21, 60-99.

Jordan, K., Schmidt, A., Plotz, K., von Specht, H., Begall, K., Roth, N., & Scheich, H. (1997). Auditory event-related potentials in post- and prelingually deaf cochlear implant recipients. *American Journal of Otology (Suppl.)*, 18, 116-117.

Kileny, P.R., Zimmerman-Phillips, S., Kemink, J.L., & Schmaltz, S.P. (1991). Effects of preoperative electrical stimulability and historical factors on performance with multichannel cochlear implant. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 100, 563-568.

Kirk, K.I., & Hill-Brown, C. (1985). Speech and language results in children with a cochlear implant. *Ear and Hearing (Suppl.)*, 6(3), 36-47.

Kirk, K.I., Ying, E., Miyamoto, R.T., O'Neill, T., Lento, C.L., & Fears, B. (2002). Effects of age at implantation in young children. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 111, 69-73.

Klinke, R., Kral, A., Heid, S., Tillein, J., & Hartmann, R. (1999). Recruitment of the auditory cortex in congenitally deaf cats by long-term cochlear electrostimulation. *Science*, 285, 1729-1733.

Knutson, J.F., Hinrichs, J.V., Tyler, R.S., Gantz, B.J., Schartz, H.A., & Woodworth, G. (1991). Psychological predictors of audiological outcomes of multichannel cochlear implants: Preliminary findings. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 100, 817-822.

Kral, A., Hartmann, R., Tillein, J., Heid, S., & Klinke, R. (2001). Delayed maturation and sensitive periods in the auditory cortex. *Audiology and Neuro-Otology*, 6, 346-362.

Kuhl, P. K. (2000). A new view of language acquisition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97 (22), 11850-11857.

Kuhl, P.K., Tsao, F.-M., & Liu, H.-M. (2003). Foreign-language experience infancy : effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100, 9096-9101.

Leake, P., Snyder, R., Hradek, G., & Robscher, S. (1992). Chronic intracochlear electrical stimulation in neonatally deafened cats: Effects of intensity and stimulating electrode location. *Hearing Research*, 64, 99-117.

Lee, D.S., Lee, J.S., Oh, S.H., Kim, S.K., Kim, J.W., Chung, J.K., Lee, M.C., & Kim, C.S. (2001). Cross-modal plasticity and cochlear implants. *Nature*, 409, 149-150.

Lenneberg, E. H. (1967). *Biological foundations of language*. New York, NJ : John Wiley and sons.

Le Normand, M.-T. (1986). A developmental exploration of language used to accompany symbolic play in young normal children (2-4 year old). *Child: Care, Health, and Development*, 12, 121-134.

Le Normand, M.-T. (1991). La démarche de l'évaluation psycholinguistique chez l'enfant de moins de 3 ans. *Glossa (Paris)*, 26, 14-21.

Le Normand, M.-T. (1997). Early morphological development in French children. Dans A. Olofsson, & S. Strömquist (Eds.), *Cross-linguistic studies of dyslexia and early language development* (pp. 59-79). Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities.

Le Normand, M.-T., Ouellet, C. & Cohen, H. (2003). Productivity of lexical categories in French-speaking children with cochlear implants. *Brain and Cognition*, 53(2), 257-262.

Le Normand, M.-T., Parisse, C., & Cohen, H. (soumis). Developmental norms in the acquisition of lexical categories: Trends and variability in normally developing French Children aged 2 to 4. *Journal of Multilingual Communication Disorders*.

Lewis, T.L., & Maurer, D. (2005). Multiple sensitive periods in human visual development: Evidence from visually deprived children. *Developmental Psychobiology*, 46(3), 163-183.

Lieven, E.V., Pine, J.M., & Dresner Barnes, H. (1992). Individual differences in early vocabulary development : redefining the referential-expressive distinction. *Journal of Child Language*, 19, 287-310.

Ling, D. (1989). *Foundations of spoken language for hearing impaired children*. Washington, DC : Alexander Graham Bell Association for the Deaf.

Locke, J.L. (1997). A theory of neurolinguistic development. *Brain and Language*, 58, 265-326.

Loundon, N., Busquet, D., Denoyelle, F., Roger, G., & Garabedian, E.-N. (2003). L'implant cochléaire chez l'enfant: résultats et perspectives. *Archives de pédiatrie (Suppl.)*, 10, 161-163.

Maccoby, E., & Jacklin, C.N. (1974). *The psychology of sex differences*. Stanford, CA : Stanford University Press.

MacWhinney, B. (1982). Basic syntactic processes. Dans S. Kuczaj (Ed.), *Language acquisition : vol 1. Syntax and semantics* (pp. 73-136). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.

MacWhinney, B. (1999). The Childe system. Dans W.C. Ritchie, & Bhatia, T.K. (Eds.), *The Handbook of child language acquisition* (pp. 457-494). San Diego, CA: Academic Press, Inc.

MacWhinney, B. (2000a). *The CHILDES project: Tools for analyzing talk, Vol 1: Transcription format and programs* (3rd ed.). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.

MacWhinney, B. (2000b). *The CHILDES Project: Tools for analyzing talk, vol 2: The database* (3rd ed.). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

MacWhinney B, & Snow C. (1985). The Child Language Data Exchange System. *Journal of Child Language*, 12(2), 271-95.

MacWhinney B., & Snow C. (1990). The Child Language Data Exchange System: an update. *Journal of Child Language*, 17(2), 457-72.

Manrique, M., Cervera-Paz, F.J., Huarte, A., Perez, N., Molina, M., & Garcia-Tapia, R. (1999). Cerebral auditory plasticity and cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology (Suppl. 1)*, 49, 193-197.

Marchman, V.A., & Bates, E. (1994). Continuity in lexical and morphological development : a test of the critical mass hypothesis. *Journal of Child Language*, 21, 339-366.

Marcotte, A.C., & Morere, D.A. (1990). Speech lateralization in deaf populations: evidence of a developmental critical period. *Brain and Language*, 39, 134-152.

Maurer, D., Lewis, T.L., Brent, H.P., & Levin, A.V. (1999). Rapid improvement in the acuity of infants after visual input. *Science*, 286, 108-110.

Maurer, D., Lewis, T.L., & Mondloch, C.J. (2005). Missing sights: consequences for visual cognitive development. *TRENDS in Cognitive Sciences*, 9(3), 144-151.

Mayberry, R. (1993a). The importance of childhood to language acquisition: evidence from American Sign Language. Dans J.C. Goodman, & H.C. Nusbaum (Eds.), *The development of speech perception: The transition from speech sounds to spoken words*. Cambridge, MA: MIT Press.

Mayberry, R. (1993b). First-language acquisition after childhood differs from second-language acquisition : the case of American Sign Language. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 1258-1270.

Mayberry, R.I., & Lock, E. (2003). Age constraints on first versus second language acquisition : evidence for linguistic plasticity and epigenesis. *Brain and Language*, 87, 369-384.

Mayer, M. (1969). *Frog, where are you?* New York, NJ : Penguin Books USA Inc.

McCulloch, A., & Joshi, H.E. (2001). Neighbourhood and family influences on the cognitive ability of children in the British National Child Development Study. *Social Science and Medicine*, 53(5), 579-591.

Menyuk, P. (1972). *The development of speech*. Indianapolis, IN : Bobbs-Merrill.

Miyamoto, R.T., Kirk, K.I., Svirsky, M.A., & Sehgal, S.T. (1999). Communication skills in pediatric cochlear implant recipients. *Acta Otolaryngologica*, 119(2), 219-224.

Miyamoto, R.T., Osberger, M.J., Robbins, A.M., Myres, W.A., Kessler, D.K., & Popp, M.L. (1992). Longitudinal evaluation of communication skills of children with single- or multichannel cochlear implants. *American Journal of Otology*, 13, 215-222.

Miyamoto, R.T., Robbins, A.M., & Osberger, M.J. (1993). Cochlear implants. Dans C. Cummings (Ed.), *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2nd ed., vol. 4. Baltimore, Maryland.

Miyamoto, R.T., Svirsky, M.A., & Robbins, A.M. (1997). Enhancement of expressive language in prelingually deaf children with cochlear implants. *Acta Otolaryngologica*, 117, 154-157.

Moeller, M.P., & McConkey, A.J. (1984). Language intervention with preschool deaf children: a cognitive/linguistic approach. Dans W. Perkins (Ed.), *Current therapy of communication disorders: hearing disorders* (pp. 11-26). New York, NY: Thieme-Stratton.

Mondain, M., & Uziel, A. (2003). Implantation cochléaire chez l'enfant : bilan, indications. *Archives de Pédiatrie (Suppl. 1)*, 10, 148-163.

Monsen, R.B. (1978). Toward measuring how well hearing-impaired children speak. *Journal of Speech and Hearing Research*, 21, 197-219.

Moore, D., & Sweet, C. (1990). Factors predictive of school achievement. Dans D.F. Moore, & K. Meadow-Orlans (Eds.), *Educational and developmental aspects of deafness* (pp. 154-201). Washington (DC): Gallaudet University Press.

Morton, N.E. (1991). Genetic epidemiology of hearing impairment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 630, 16-31.

Moody, M., Schwartz, R.G., Gravel, J.S., Wallace, I.F., Ellis, M.A., & Lee, W.W. (1996). Speech perception and verbal memory in children with otitis media. Dans M.L. Casselbrant, D. Lim, & C.D. Bluestone (Eds.), *Recent Advances in Otitis Media : Proceedings of the 6th International Symposium* (pp. 339-342). Toronto: BC, Decker.

Mundy, P., & Gomes, A. (1998). Individual differences in joint attention skill development in the second year. *Infant Behavior and Development*, 21, 469-482.

Nadol, J.B. Jr., Young, Y.-S., & Glynn, R.J. (1989). Survival of spiral ganglion cells in profound sensorineural hearing loss: Implications for cochlear implantation. *Annals of Otology Rhinology, and Laryngology*, 98, 411-416.

Naito, Y., & Honjo, I. (2000). Verbal self-monitoring in deaf subjects using cochlear implants. *Cochlear Implants International*, 1, 45-54.

Nelson, K. (1973). Structure and strategy in learning to talk. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 38 (1-2, Serial No 149).

Nelson, K. (1975). The nominal shift in semantic-syntactic development. *Cognitive Psychology*, 7, 461-479.

Nelson, K. (1985). *Making sense: the acquisition of shared meaning*. Orlando, FL : Academic Press.

Neville, H.J., Schmidt, A., & Kutas, M. (1983). Altered visual-evoked potentials in congenitally deaf adults. *Brain Research*, 266, 127-132.

Newport, E. (1990). Maturational constraints on language learning. *Cognitive Science*, 14, 11-28.

Nicholas, J.G., Geers, A.E., & Kozak, V. (1994). Development of communicative function in young hearing impaired and normally hearing children. *The Volta Review*, 96, 113-135.

Nishimura, H., Hashikawa, K., Doi, K., Iwaki, T., Watanabe, Y., Kusuoka, H., Nishimura, T., & Kubo, T. (1999). Sign language 'heard' in the auditory cortex. *Nature*, 397, 116.

Nober, E. H., & Nober, L.W. (1977). Effects of hearing loss on speech and language in the postbabbling stage. Dans B.F. Jaffe (Ed.), *Hearing loss in children* (pp. 630-639). Baltimore : University Park Press.

Nordén, K., Preisler, G., Heiling, K., Hulphers, E., & Tvingstedt, A.L. (1981). Learning processes and personality development in deaf children. *International Journal of Rehabilitation Research*, 4(3), 393-395.

O'Donoghue, G.M., Nikolopoulos, T.P., & Archbold, S.M. (2000). Determinants of speech perception in children after cochlear implantation. *The Lancet*, 356, 466-468.

Osberger, M.J., Moeller, M.P., Eccarius, M., Robbins, A.M., & Johnson, D. (1986). Language and learning skills of hearing-impaired students: Expressive language skills. *ASHA*, 23, 54-65.

Osberger, M., Robbins, A., Todd, S., Riley, A., & Miyamoto, R. (1993). Speech production skills of children with multichannel cochlear implants. 3rd International Cochlear Implant Conference, Innsbruck, Austria.

Osberger, M.J., Todd, S.L., Robbins, A.M., Berry, S.W., & Miyamoto, R.T. (1991). Effect of age at onset of deafness on children's

speech perception abilities with a cochlear implant. *Annals of Otolology, Rhinology, & Laryngology*, 100, 883-888.

Osberger, M.J., Zimmerman-Phillips, S., & Koch, D.B. (2002). Cochlear implant candidacy and performance trends in children. *Annals of Otolology, Rhinology, and Laryngology*, 111, 62-65.

Ouellet, C., & Cohen, H. (1999). Speech and language development following cochlear implantation. *Journal of Neurolinguistics*, 12, 271-288.

Ouellet, C., Le Normand, M.-T., & Cohen, H. (2001). Language evolution in children with cochlear implants. *Brain and Cognition*, 46 (1-2), 231-235.

Oyama, S. (1979). The concept of the sensitive period in developmental studies. *Merrill-Palmer Quarterly*, 25, 83-103.

Paradis, M. (2004). Implicit and explicit language processes. Dans *A Neurolinguistic Theory of Bilingualism* (pp. 34-61). Amsterdam: John Benjamins.

Parisse, C., & Le Normand, M.-T. (1997). Étude des catégories lexicales chez le jeune enfant à partir de deux ans à l'aide d'un traitement automatique de la morphosyntaxe. *Bulletin d'Audiophonologie*, 13, 305-328.

Parisse, C., & Le Normand, M.-T. (2000a). How children build their morphosyntax : The case of French. *Journal of Child Language*, 27, 267-292.

Parisse, C., & Le Normand, M.-T. (2000b). Automatic disambiguation of morphosyntax in spoken language corpora. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 32(3), 468-481.

Pasanisi, E., Bacciu, A., Vincenti, V., Guida, M., Berghenti, M.T., Barbot, A., Panu, F., & Bacciu, S. (2002). Comparison of speech perception benefits with SPEAK and ACE coding strategies in pediatric Nucleus CI24M cochlear implant recipients. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 64, 159-163.

Paul, R. & Smith, R.L. (1993). Narrative skills in 4-year-olds with normal, impaired, and late-developing language. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 592-598.

Pelizzzone, M., Kasper, A., Hari, R., Karhu, J., & Montandon, P. (1991). Bilateral electrical stimulation of a congenitally deaf ear and of an acquired deaf ear. *Acta Oto-laryngologica*, 111, 263-268.

Perier, O., Alegria, J., & Buyse, M. (1984). Consequences of auditory deprivation in animals and in humans. *Acta Oto-laryngologica (Suppl.)*, 411, 60-70.

Petitto, L.A. (1993). On the ontogenetic requirements for early language acquisition. Dans Boysson-Bardies, B., de, Schonen, S., de, Jusczyk, P.W., McNeilage, P., & Morton, J., *Developmental neurocognition: Speech and face processing in the first year of life* (pp. 365-383). New York, NY: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *The psychology of the child*. New York, NY: Basic Books.

Pinker, S. (1995). Language acquisition. Dans L.R. Gleitman, & M. Liberman (Eds.), *Language: An invitation to cognitive science, vol. 1* (2nd ed.) (pp. 135-182). Cambridge, MA: The MIT Press.

Pisoni, D.B. (2000). Cognitive factors and cochlear implants : some thoughts on perception, learning, and memory in speech perception. *Ear and Hearing*, 21(1), 70-78.

Pisoni, D.B., & Geers, A.E. (2000). Working memory in deaf children with cochlear implants: correlations between digit span and measures of spoken language processing. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 185, 92-93.

Pisoni, D.B., Svirsky, M.A., Iler Kirk, K., & Miyamoto, R.T. (1997). Looking at the "stars": a first report on the intercorrelations among measures of speech perception, intelligibility, and language development in pediatric cochlear implant users. *Progress Report on Spoken Language Processing 21*. Bloomington, Ind: Indiana University.

Ponton, C.W., & Eggermont, J.J. (2001). Of kittens and kids: altered cortical maturation following profound deafness and cochlear implant use. *Audiology and Neuro-Otology*, 6(6), 363-380.

Preisler, G., Ahlström, M., & Tvingstedt, A.-L. (1997). The development of communication and language in deaf preschool children with cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 41, 263-272.

Quiros, J.B. de. (1980). Influence of hearing disorders on language development. *Folia Phoniatrica*, 32, 103-118.

Quittner, A., & Steck, J.T. (1991). Predictors of cochlear implant use in children. *American Journal of Otology (Suppl.)*, 12, 89-94.

Rajput, K., Brown, T., & Bamiau, D-E. (2003). Aetiology of hearing loss and other related factors versus language outcome after cochlear implantation in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 67(5), 497-504.

Rauschecker, J.P. (1995). Compensatory plasticity and sensory substitution in the cerebral cortex. *Trends in Neurosciences*, 18(1), 36-43.

Reznick, J.S., & Goldfield, B.A. (1992). Rapid change in lexical development in comprehension and production. *Developmental Psychology*, 28(3), 406-413.

Richter, B., Eissele, S., Laszig, R., & Löhle, E. (2002). Receptive and expressive language skills of 106 children with a minimum of 2 years' experience in hearing with a cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 64(2), 111-125.

Robb, M.P., Bauer, H.R., & Tyler, A.A. (1994). A quantitative analysis of the first word stage. *First Language*, 14, 37-48.

Robbins, A.M. (2000). A language development. Dans S. Waltzman, & N. Cohen (Eds.), *Cochlear Implants* (pp. 269-288). New York : Thieme Medical Publishers.

Robbins, A.M., Bollard, P.M., & Green, J. (1999). Language development in children implanted with the Clarion cochlear implant. *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 108, 113-118.

Robbins, A.M., Green, J., & Bollard, P. (2000). Language development in children following one year of Clarion implant use. *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 185, 94-95.

Robbins, A.M., Svirsky, M.A., & Kirk, K.I. (1997). Children with implants can speak, but can they communicate? *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 117, 155-160.

Robinshaw, H.M. (1996). Acquisition of speech, pre- and post-cochlear implantation: Longitudinal studies of a congenitally deaf infant. *European Journal of Disorders of Communication*, 31, 121-139.

Rothbart, M.K., & Posner, M.I. (2001). Mechanism and variation in the development of attentional networks. Dans C.A. Nelson, & M. Luciana (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience*. Cambridge, MA: Bradford Book.

Ruben, R.J. (1997). A time frame of critical/sensitive periods of language development. *Acta Oto-laryngologica*, 117, 202-205.

Ruben, R.J., & Rapin, I. (1980). Plasticity of the developing auditory system. *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 89, 303-311.

Ryugo, D.K., Rosenbaum, B.T., Kim, P.J., Niparko, J.K., & Saada, A.A. (1998). Single unit recordings in the auditory nerve to congenitally deaf white cats: Morphological correlates in the cochlea and cochlear nucleus. *Journal of Computational Neurology*, 397, 532-548.

Schachter, F.F. (1979). *Everyday mother talk to toddlers: Early intervention*. San Diego, CA: Academic Press.

Schachter, F.F., Shore, E., Hodapp, R., Chalfin, S., & Bundy, C. (1978). Do girls talk earlier? MLU in toddlers. *Developmental Psychology*, 14, 388-392.

Schwartz, R.G. (1988). Phonological factors in early lexical acquisition. Dans M.D. Smith, & J.L. Locke (Eds.), *The emergent lexicon : The child's development of a linguistic vocabulary*. New York : Academic Press.

Sharma, A., Dorman, M., & Spahr, A. (2002). Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. *Neuroreport*, 13, 1365-1368.

Sherpherd, R.K., Hartmann, R., Heid, S., Hardie, N., & Klinke, R. (1997). The central auditory system and auditory deprivation: experience with cochlear implants in the congenitally deaf. *Acta Oto-Laryngologica (Suppl.)*, 532, 28-33.

Skuse, D.H. (1984a). Extreme deprivation in early childhood. I : Diverse outcomes for three siblings from an extraordinary family. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 25, 523-541.

Skuse, D.H. (1984b). Extreme deprivation in early childhood. II : Theoretical issues and a comparative review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 25, 543-572.

Smith, C.R. (1975). Residual hearing and speech production in deaf children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 18, 795-811.

Somers, M. (1991). Speech perception abilities in children with cochlear implants or hearing aids. *American Journal of Otology (Suppl.)*, 12, 174-178.

Spencer, L.J., Tye-Murray, N., & Tomblin, J.B. (1998). The production of English inflectional morphology, speech production and listening performance in children with cochlear implants. *Ear and Hearing*, 19 (4), 310-318.

Spoendlin, H. (1979). Neuroanatomical basis of cochlear coding mechanisms. *Audiology*, 14(5-6), 383-407.

Staller, S.J., Beiter, A.L., Brimacombe, J.A., Mecklenburg, D.J., & Arndt, P. (1991). Pediatric performance with the Nucleus 22-Channel

Cochlear Implant System. *American Journal Otology (Suppl.)*, 12, 126-136.

Staller, S.J., Beiter, A.L., & Brimacombe, J.A. (1994). Use of the Nucleus 22 channel cochlear implant system with children. *The Volta Review*, 96(5), 15-39.

Staller, S.J., Beiter, A.L., Brimacombe, J.A., & Mecklenburg, D.J. (1989). Clinical trials of the Nucleus 22-channel cochlear implant in profoundly deaf children. Dans B. Fraysse, & N. Cochard (Eds.), *Cochlear implant. Acquisitions and controversies* (pp. 183-196). Basel: Cohlear AG.

Stoel-Gammon, C. (1992). Pre-linguistic vocal development : Measurement and predictions. Dans C. Ferguson, L. Menn, & C. Stoel-Gammon (Eds.), *Phonological development : models, research, implications*. Timonium, MD : York Press.

Strong, M., & Prinz, A. (1997). A study of the relationship between American Sign Language and English literacy. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 2, 37-46.

Svirsky, M., Robbins, A.M., Kirk, K.I., Pisoni, D.B., & Miyamoto, R.T. (2000). Language development in profoundly deaf children with cochlear implants. *Psychological Science*, 11, 153-158.

Svirsky, M.A., Stallings, L.M., Ying, E., Lento, C.L., & Leonard, L.B. (2002). Grammatical morphologic development in pediatric cochlear implant users may be affected by the perceptual prominence of the relevant markers. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 111, 109-112.

Szagan, G. (1997). A longitudinal study of the acquisition of language by two German-speaking children with cochlear implants and their mothers' speech. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 42, 55-71.

Szagun, G. (2000). The acquisition of grammatical and lexical structures in children with cochlear implants : a developmental psycholinguistic approach. *Audiology and Neuro-otology*, 5(1), 39-47.

Szagun, G. (2002). The acquisition of grammar in young german-speaking children with cochlear implants and with normal hearing. Dans K. Schauwers, P. Govaerts, & S. Gillis (Eds.), *Antwerp papers in linguistics 102*, (pp. 41-60). University of Antwerp.

Szagun, G. (2004). Learning by ear : on the acquisition of case and gender marking by German-speaking children with normal hearing and with cochlear implants. *Journal of Child Language*, 31(1), 1-30.

Tait, M., Lutman, M.E., & Nikolopoulos, T.P. (2001). Communication development in young deaf children: review of the video analysis method. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 61(2), 105-112.

Tallal, P., Stark, R.E., Clayton, K., & Mellitis, D. (1980). Developmental dysphasia: Relation between acoustic processing deficits and verbal processing. *Neuropsychologia*, 18, 273-284.

Thal, D., Oroz, M., & McCaw, V. (1995). Phonological and lexical development in normal and late talking toddlers. *Applied Psycholinguistics*, 16, 407-424.

Théoret, H., Merabet, L., & Pascual-Leone, A. (2004). Behavioral and neuroplastic changes in the blind: evidence for functionally relevant cross-modal interactions. *Journal of Physiology (Paris)*, 98, 221-233.

Tomblin, S.B., Spencer, L., Flock, S., Tyler, R.S., & Gantz, B.J. (1999). A comparison of language achievement between prelingually deaf children with cochlear implants and deaf children using hearing aids. *Journal of Speech and Hearing Research*, 42, 497-511.

Truy, E., Deiber, M.P., Cinotti, L., Manguiere, F., Froment, J.C., & Morgan, A. (1995). Auditory cortex changes in long-term sensorineural deprivation during crude coclear electrical stimulation: Evaluation by positron emission tomography. *Hearing Research*, 86, 34-42.

Truy, E., & Lina, G. (2003). Implantation cochléaire de l'enfant : Technologie, bilan médical et sélection des candidats, réhabilitation. *Archives de Pédiatrie*, 10(6), 554-564.

Truy, E., Lina, G., Jonas, A.-M., Martinon, G., Maison, S., Girard, J., Porot, M., & Morgon, A. (1998). Comprehension of language in congenitally deaf children with and without cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 45, 83-89.

Tye-Murray, N., Spencer, L., & Woodworth, G.G. (1995). Acquisition of speech by children who have prolonged cochlear implant experience. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 327-337.

Tyler, R.S., & Summerfield, A.Q. (1996). Cochlear implantation: Relationships with research on auditory deprivation and acclimatization. *Ear and Hearing (Suppl.)*, 17(3), 38-50.

Vernon, M. (1967). Meningitis and deafness : the problem, its physical, audiological, psychological, and educational manifestations in deaf children. *Laryngology*, 77, 1856-1874.

Vieu, A., Mondain, M., Blanchard, K., Sillon, M., Reuillard-Artieres, F., Tobey, E., Uziel, A., & Piron, J.P. (1998). Influence of communication mode on speech intelligibility and syntactic structure of sentences in profoundly hearing impaired French children implanted between 5 and 9 years of age. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 44, 15-22.

Vinter, S. (1994). *L'émergence du langage de l'enfant déficient auditif: des premiers sons aux premiers mots*. Paris : Masson.

Wallace, V., Menn, L., & Yoshinaga-Itano, C. (2000). Is babble the gateway to speech for all children? A longitudinal study of infants who are deaf or hard of hearing. Dans C. Yoshinaga-Itano, & A.L. Sedey (Eds.), *Language, speech and social-emotional development of children who are deaf and hard-of-hearing: The early years*, *The Volta Review*, 100, 121-148.

Waltzman, S.B., Fisher, S.G., Niparko, J.K., & Cohen, N.L. (1995). Predictors of postoperative performance with cochlear implants. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology (Suppl.)*, 165, 15-18.

Watson B.U., Sullivan P.M., Moeller M.P., & Jensen J.K. (1982). Nonverbal intelligence and English language ability in deaf children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 47(2), 199-204.

Webster, D.B., & Webster, M. (1979). Effects of neonatal conductive hearing loss on brain stem auditory nuclei. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 88, 684-688.

Webster, M., & Webster, D.B. (1981). Spiral ganglion neuron loss following organ of Corti loss: a quantitative study. *Brain Research*, 212, 17-30.

Wechsler, D. (1974). *Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised*. New York: The Psychological Corporation.

Willis, S., & Edward, J. (1996). A prelingually deaf child's acquisition of spoken vocabulary in the first year of multichannel cochlear implant use. *Child Language Teaching and Therapy*, 12, 272-287.

Yoshinaga-Itano, C., Coulter, D., & Thomson, V. (2000). The Colorado newborn hearing screening project: effects on speech and language development for children with hearing loss. *Journal of Perinatology (Suppl.)*, 20, 132-137.

Young, G., & Killen, D.H. (2002). Receptive and expressive language skills of children with five years of experience using a cochlear implant. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 111, 802-810

APPENDICE A

Critères de candidature de l'implantation pédiatrique approuvés par la Food and Drug Administration

- âge minimal de 12 mois (appareil Nucleus ou si ossification de la cochlée) ou de 18 mois (appareil Clarion);
- surdité neurosensorielle bilatérale sévère et profonde;
- absence de contre-indications radiologiques et otologiques (déformation osseuse de la cochlée, sous-développement de l'oreille interne, maladie active, absence de cellules du ganglion spiralé, nerf auditif non viable, etc.);
- développement psychomoteur normal (sans être des facteurs d'exclusion, les dysfonctions cérébrales, retards mentaux, psychoses et troubles psychologiques sont contre-indiqués);
- santé qui permet une anesthésie générale;
- aucun bénéfice des aides auditives traditionnelles, utilisées pour au moins 6 mois, c'est-à-dire aucune reconnaissance de parole sans choix de réponses, une reconnaissance au niveau de la chance dans des tests segmentaux à choix multiples, une intelligibilité inférieure à 30% et un plateau quant aux capacités d'audition, de communication et de parole;
- support familial et structure éducative accessible, avec emphase sur le développement des habiletés auditives.

APPENDICE B

Transcription réalisée à partir d'une séance de jeu

Livre de la grenouille – 36 mois post-IC

Sujet : L_F02

@Begin
 @Participants: CHI M
 @Date d'observation: 06-06-2001
 @Lieu: Lyon
 @Date de naissance: 16-06-1995
 @Date d'implantation: 27-05-1998 AI 2:11
 @Âge à l'observation: 6:0
 @Filename: 36M_F02_M.cha
 *CHI: cinq ans
 *CHI: six ans
 *CHI: non
 *CHI: mercredi
 *CHI: grenouille
 *CHI: regarde le grenouille
 *CHI: regarde le [/] la grenouille
 *CHI: la nuit
 *CHI: oui
 *CHI: il sort la grenouille
 *CHI: il dort
 *CHI: dans son lit
 *CHI: avec le garçon
 *CHI: la chambre
 *CHI: pantoufles bottes t+shirt chaussettes
 *CHI: veille
 *CHI: il veille
 *CHI: je vois plus grenouille partie
 *CHI: il s' habille garçon
 *CHI: il met les bottes
 *CHI: c'+est une grenouille
 *CHI: il cherche la grenouille
 *CHI: chien
 *CHI: sais+pas
 *CHI: met la
 *CHI: un bocal
 *CHI: c'+est quoi ?
 *CHI: appelle grenouille
 *CHI: bientôt fini ?
 *CHI: est tombé
 *CHI: cassé
 *CHI: la colère
 *CHI: il lèche
 *CHI: grenouille !
 *CHI: une mouche
 *CHI: une guêpe
 *CHI: une guêpe
 *CHI: il appelle grenouille
 *CHI: rappelle plus
 *CHI: ah quoi ?
 *CHI: non

*CHI: une taupe
 *CHI: il attrape ça
 *CHI: il attrape ça
 *CHI: elle fait tomber
 *CHI: cherche dedans le grenouille
 *CHI: dans l' arbre
 *CHI: hibou
 *CHI: oh !
 *CHI: et toi y arrive pas ?
 *CHI: non
 *CHI: met comme+ça
 *CHI: est tombé garçon !
 *CHI: et chien court l' abeille
 *CHI: fais voir ça est bientôt fini
 *CHI: encore bonbon
 *CHI: y a pas là là+bas
 *CHI: oh j' ai envie encore
 *CHI: Julien il a tout mangé et il veut pas prendre petit peu
 *CHI: là il a beaucoup il a pris
 *CHI: moi j' ai mangé 2
 *CHI: oui
 *CHI: grande pierre
 *CHI: je veux plus parler
 *CHI: veux plus parler
 *CHI: grosse pierre
 *CHI: voilà il est son [/] sur son grosse pierre
 *CHI: dans l' eau
 *CHI: dans sa tête à [/] à garçon
 *CHI: le chien il tombe dans l' eau
 *CHI: chut@o
 *CHI: il montre
 *CHI: et+voilà !
 *CHI: et+voilà !
 *CHI: Maman et Papa
 *CHI: un enfant
 *CHI: et+voilà il l' a trouvé !
 *CHI: il a pris une
 *CHI: on peut regarder les livres
 *CHI: je veux jouer !
 *CHI: moi veux un puzzle là+haut
 *CHI: puzzle
 *CHI: oui !
 @End

APPENDICE C

Règles de segmentation des énoncés en format CHAT

- La segmentation des énoncés est réalisée selon trois critères :
 - 1) l'intonation : l'énoncé est marqué à son début et à sa fin par une modification de l'intonation;
 - 2) la sémantique : lorsque cela est possible, il faut tenir compte du sens pour délimiter les énoncés ;
 - 3) la durée de la pause : elle s'avère nécessaire pour départager le point de coupure lorsque les deux critères précédents ne sont pas suffisants.

Une pause de 400 ms et plus marque la présence de deux énoncés.
- S'il y a répétition d'un mot, un seul énoncé est comptabilisé.
- Lorsque l'unité dépasse le syntagme, il y a segmentation en deux énoncés distincts.
- Les énoncés de type *oui-non* et expressions de routine (*hum, euh...*) sont considérés comme énoncés distincts; s'il y a répétition sémantique, on ne le compte pas en tant qu'énoncés différents.
- Les séquences de noms ou de verbes avec continuité sémantique sans marque de coordination sont considérées comme un seul énoncé, sauf s'il y a une pause.
- La coordination et la subordination ne donnent pas lieu à des énoncés différents, sauf s'il y a une pause.
- L'apostrophe n'est pas considérée comme un séparateur. Mis à part quelques rares exceptions (*aujourd'hui, entr'apercevoir, etc.*), l'espace blanc est le seul séparateur utilisé.

Adapté de Grégoire, Rondal, & Pérée, 1984.

APPENDICE D

**Résultats d'une analyse linguistique menée avec CLAN
d'après une transcription de la production verbale
à 36 mois post-IC
Sujet : L_F02**

freq +t*CHI +t%mor -t* *pst
Wed Jun 2 16:36:00 2004
freq (02-Apr-2004) is conducting analyses on:
ONLY dependent tiers matching: %MOR;

From file <36M_Lyon_F02_M.mor.pst>

1 |chut@o
1 adj|cinq
1 adj|grande&fem
2 adj|grosse&fem
1 adj|petit&masc
1 adj|six&_pl^adj|six&_singpl
3 adv:neg|pas
4 adv:neg|plus
1 adv:place|dedans
2 adv:place|là
1 adv:place|là+bas
1 adv:place|là+haut
1 adv:place|voilà
3 adv:yn|non
3 adv:yn|oui
1 adv|beaucoup
2 adv|bientôt
1 adv|comme+ça
1 adv|court
2 adv|encore
1 adv|peu
1 co:act|ah
3 co:act|et+voilà&cpl
2 co:act|oh
4 conj|et
1 det:poss|sa&fem&sing
2 det:poss|son&masc&sing
7 det|la&fem&sing
4 det|le&masc&sing
4 det|le/la&sing
2 det|les&pl
3 det|un&masc&sing
5 det|une&fem&sing

1 n:prop|julien
 1 n:prop|maman
 1 n:prop|papa
 1 num|2
 1 n|abeille&_fem
 2 n|an&_masc-_pl
 1 n|arbre&_masc
 1 n|bocal&_masc&_sing
 1 n|bonbon&_masc
 2 n|botte&_fem-_pl
 1 n|chambre&_fem
 1 n|chaussette&_fem-_pl
 3 n|chien&_masc
 1 n|colère&_fem
 2 n|eau&_fem&_sing
 1 n|enfant
 1 n|envie&_fem
 4 n|garçon&_masc
 11 n|grenouille&_fem
 2 n|guêpe&_fem
 1 n|hibou&_masc&_sing
 1 n|lit&_masc
 1 n|livre-_pl
 1 n|mercredi&_masc
 1 n|mouche&_fem
 1 n|nuit&_fem
 1 n|pantoufle&_fem-_pl
 3 n|pierre&_fem
 2 n|puzzle&_masc
 1 n|t+shirt
 1 n|taupe&_fem
 1 n|tête&_fem
 1 prep:art|à
 1 prep|avec
 5 prep|dans
 1 prep|sur
 3 pro:dem|ça
 2 pro:int|quoi
 1 pro:refl|se&3sp
 1 pro:subj|elle&fem&_3s
 19 pro:subj|il&masc&_3s
 5 pro:subj|je&1s
 1 pro:subj|le/la&sing
 1 pro:subj|on&3s
 2 pro:y|y
 2 pro|moi&sing

1 pro|toi&sing
 1 pro|tout&masc&_sing
 1 pro|une&fem&_sing
 1 v:aux|avoir&pres&1sv
 4 v:aux|avoir&pres&3sv
 2 v:aux|être&pres&3sv
 2 v:exist|c'+est&cpl
 2 v:exist|être&pres&3sv
 1 v:inf|jouer
 2 v:inf|parler
 1 v:inf|prendre
 1 v:inf|regarder
 1 v:inf|tomber
 1 v:inf|voir
 1
 v:mdllex|vouloir&imp&2sv^v:mdllex|vouloir&pres&1sv^v:mdllex|voul
 oir&pres&2sv
 1 v:mdl|faire&imp&2sv^v:mdl|faire&pres&1sv^v:mdl|faire&pres&2sv
 1 v:mdl|faire&pp&_masc&_sing^v:mdl|faire&pres&3sv
 1 v:mdl|pouvoir&pres&3sv
 3
 v:mdl|vouloir&imp&2sv^v:mdl|vouloir&pres&1sv^v:mdl|vouloir&pres
 &2sv
 1 v:mdl|vouloir&pres&3sv
 1 v:poss|avoir&pres&1sv
 2 v:poss|avoir&pres&3sv
 1 v:pp|casser&_masc&_sing
 2 v:pp|finir&_masc&_sing
 2 v:pp|manger&_masc&_sing
 1 v:pp|partir&_fem&_sing
 2 v:pp|prendre&_masc&_singpl
 2 v:pp|tomber&_masc&_sing
 1 v:pp|trouver&_masc&_sing
 2 v|appeler-imp&_2sv^v|appeler-pres&_1sv^v|appeler-
 pres&_3sv^v|appeler-subjv:pres&_1sv^v|appeler-subjv:pres&_3sv
 1 v|arriver-imp&_2sv^v|arriver-pres&_1sv^v|arriver-
 pres&_3sv^v|arriver-subjv:pres&_1sv^v|arriver-subjv:pres&_3sv
 2 v|attraper-imp&_2sv^v|attraper-pres&_1sv^v|attraper-
 pres&_3sv^v|attraper-subjv:pres&_1sv^v|attraper-subjv:pres&_3sv
 2 v|chercher-imp&_2sv^v|chercher-pres&_1sv^v|chercher-
 pres&_3sv^v|chercher-subjv:pres&_1sv^v|chercher-subjv:pres&_3sv
 1 v|dormir&pres&3sv
 1 v|habiller-imp&_2sv^v|habiller-pres&_1sv^v|habiller-
 pres&_3sv^v|habiller-subjv:pres&_1sv^v|habiller-subjv:pres&_3sv
 3 v|mettre&pres&3sv

1 v|montrer-imp&_2sv^v|montrer-pres&_1sv^v|montrer-
 pres&_3sv^v|montrer-subjv:pres&_1sv^v|montrer-subjv:pres&_3sv
 1 v|rappeler-imp&_2sv^v|rappeler-pres&_1sv^v|rappeler-
 pres&_3sv^v|rappeler-subjv:pres&_1sv^v|rappeler-subjv:pres&_3sv
 2 v|regarder-imp&_2sv^v|regarder-pres&_1sv^v|regarder-
 pres&_3sv^v|regarder-subjv:pres&_1sv^v|regarder-subjv:pres&_3sv
 1 v|sais+pas&cpl
 1 v|sortir&pres&3sv
 1 v|tomber-imp&_2sv^v|tomber-pres&_1sv^v|tomber-
 pres&_3sv^v|tomber-subjv:pres&_1sv^v|tomber-subjv:pres&_3sv
 1 v|veiller-imp&_2sv^v|veiller-pres&_1sv^v|veiller-
 pres&_3sv^v|veiller-subjv:pres&_1sv^v|veiller-subjv:pres&_3sv
 1 v|voir&imp&2sv^v|voir&pres&1sv^v|voir&pres&2sv

 123 Total number of different word types used
 237 Total number of words (tokens)
 0.519 Type/Token ratio

APPENDICE E

Variables linguistiques retenues

Code du CHILDES	Catégories lexicales
adj	Adjectif
adv	Adverbe
adv:neg	Adverbe de négation
adv:place	Adverbe de lieu
adv:voilà	Locution voici, voilà
adv : yn	<i>Oui, non</i>
co	Interjection
co:act	Interjection exclamative
conj	Conjonction
det:poss	Article possessif
det : dem	Article démonstratif
det	Article
det:gen	Article généralisé
n	Substantif
n:prop	Nom propre
num	Nombre
prep	Préposition
prep:art	Préposition article
pro	Pronom
pro:dat	Pronom datif
pro:dem	Pronom démonstratif
pro : int	Pronom interrogatif
pro:obj	Pronom personnel objet
pro:refl	Pronom pronominal
pro:rel	Pronom relatif ou interrogatif
pro:subj	Pronom personnel sujet
pro:y, en	<i>Y, en</i>
v	Verbe
v:aux	Verbe auxiliaire
v:exist	Verbe être, (copule)
v:inf	Verbe infinitif
v:mdl	Verbe modal
v : mdllex	Verbe modal comme verbe principal
v : poss	Verbe possessif (avoir comme verbe principal)
v:pp	Verbe participe passé

APPENDICE F

ANOVAs

Lexique

Sexe – Lexique

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	1.735	1	1.735	5.295*	.146
<i>erreur</i>	10.158	31	.328		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	2.633	2.5	1.05	9.272***	.225
<i>Interaction</i>	.257	2.5	.102	.905	
<i>Erreur</i>	8.804	78	.113		

DAP – Lexique

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	1.271	1	1.271	3.711	
<i>erreur</i>	10.621	31	.343		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	3.667	2.7	1.341	14.726***	.288
<i>Interaction</i>	1.342	2.7	.491	5.389**	.105
<i>erreur</i>	7.719	84.8	9.106 ^E -02		

MSC – Lexique

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	1.870	1	1.870	5.784*	.157
<i>erreur</i>	10.023	31	.323		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	2.708	2.4	1.144	9.831***	.230
<i>Interaction</i>	.522	2.4	.221	1.894	
<i>erreur</i>	8.539	73.3	.116		

Langue signée – Lexique

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	4.043	1	4.043	15.963***	.340
<i>erreur</i>	7.850	31	.253		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	2.486	2.4	1.034	8.978***	.215
<i>Interaction</i>	.477	2.4	.198	1.721	
<i>erreur</i>	8.584	74.5	.115		

Étiologie – Lexique

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	.146	2	7.290 ^E -02	.979	
<i>erreur</i>	2.233	30	7.443 ^E -02		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	2.272	2.5	.912	8.505***	.200
<i>Interaction</i>	1.045	5.0	.210	1.956	
<i>erreur</i>	8.015	74.7	.107		

LME**Sexe – LME**

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	17.857	1	17.857	8.121**	.208
<i>erreur</i>	68.162	31	2.199		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	62.182	1.8	35.317	52.900***	.591
<i>Interaction</i>	6.614	1.8	3.757	5.627**	.063
<i>erreur</i>	36.440	54.6	.668		

DAP – LME

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>Dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	12.287	1	12.287	5.166*	.143
<i>erreur</i>	73.732	31	2.378		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	35.919	1.7	21.665	27.403***	.455
<i>Interaction</i>	2.420	1.7	1.460	1.847	
<i>erreur</i>	40.634	51.4	.791		

MSC – LME

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	21.351	1	21.351	10.235**	.248
<i>erreur</i>	64.668	31	2.086		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	65.833	2.1	31.750	68.793***	.577
<i>Interaction</i>	13.388	2.1	6.457	13.990***	.123
<i>erreur</i>	29.666	64.3	.462		

Langue signée – LME

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	32.076	1	32.076	18.434***	.373
<i>erreur</i>	53.943	31	1.740		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	53.251	1.8	29.026	47.250***	.553
<i>Interaction</i>	8.117	1.8	4.424	7.202**	.084
<i>erreur</i>	34.937	56.9	.614		

Étiologie – LME

Inter-Sujet	<i>Somme des carrés</i>	<i>dl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Taille de l'effet</i>
<i>Groupe</i>	.267	2	.133	.236	
<i>erreur</i>	16.937	30	5.65		
Intra-Sujet					
<i>Temps</i>	49.535	1.6	30.164	37.248***	.535
<i>Interaction</i>	3.158	3.3	.962	1.187	
<i>erreur</i>	39.896	49.3	.810		

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

APPENDICE G

Valeurs descriptives – Lexique et LME (moyenne et erreur type)

Lexique

Sexe - Lexique

	<i>Fille</i>	<i>Garçon</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	1.03 (.07)	.87 (.07)	.95 (.05)
<i>Temps 2</i>	1.24 (.08)	.97 (.08)	1.11 (.06)
<i>Temps 3</i>	1.21 (.11)	.88 (.11)	1.05 (.08)
<i>Temps 4</i>	1.28 (.08)	1.14 (.08)	1.21 (.06)
<i>Temps 5</i>	1.38 (.09)	1.25 (.09)	1.31 (.06)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	1.23 (.06)	1.02 (.06)	-----

DAP– Lexique

	<i>DAP I+II</i>	<i>DAP III</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	.75 (.1)	1.01 (.06)	.88 (.06)
<i>Temps 2</i>	.82 (.11)	1.19 (.06)	1.01 (.07)
<i>Temps 3</i>	.71 (.15)	1.15 (.08)	.93 (.09)
<i>Temps 4</i>	1.14 (.11)	1.23 (.06)	1.18 (.07)
<i>Temps 5</i>	1.42 (.13)	1.28 (.07)	1.35 (.07)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	.97 (.09)	1.17 (.05)	-----

MSC– Lexique

	<i>Favorisé</i>	<i>Moyen + défavorisé</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	.99 (.08)	.92 (.07)	.95 (.05)
<i>Temps 2</i>	1.18 (.09)	1.04 (.08)	1.11 (.06)
<i>Temps 3</i>	1.22 (.11)	.89 (.1)	1.06 (.08)
<i>Temps 4</i>	1.41 (.07)	1.04 (.06)	1.22 (.05)
<i>Temps 5</i>	1.4 (.09)	1.23 (.08)	1.32 (.06)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	1.24 (.07)	1.02 (.06)	-----

Langue signée - Lexique

	<i>Langue signée</i>	<i>Aucune langue signée</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	.86 (.08)	1.01 (.07)	.94 (.05)
<i>Temps 2</i>	.96 (.09)	1.21 (.08)	1.08 (.06)
<i>Temps 3</i>	.77 (.11)	1.24 (.09)	1 (.07)
<i>Temps 4</i>	.99 (.07)	1.37 (.06)	1.18 (.05)
<i>Temps 5</i>	1.12 (.09)	1.45 (.08)	1.29 (.06)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	.94 (.06)	1.26 (.05)	-----

Étiologie – Lexique

	<i>Acquise</i>	<i>Héréditaire</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	1.03 (.14)	.94 (.07)	.92 (.1)	.96 (.06)
<i>Temps 2</i>	1.21 (.16)	1.09 (.09)	1.06 (.11)	1.12 (.07)
<i>Temps 3</i>	1.39 (.2)	.96 (.11)	1.01 (.14)	1.12 (.09)
<i>Temps 4</i>	1.16 (.15)	1.17 (.08)	1.3 (.1)	1.21 (.06)
<i>Temps 5</i>	1.46 (.15)	1.17 (.08)	1.49 (.11)	1.37 (.07)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	1.25 (.12)	1.07 (.06)	1.16 (.09)	-----

LME**Sexe – LME**

	<i>Fille</i>	<i>Garçon</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	1.38 (.13)	1.28 (.12)	1.33 (.09)
<i>Temps 2</i>	1.85 (.12)	1.38 (.12)	1.62 (.09)
<i>Temps 3</i>	2.29 (.16)	1.58 (.15)	1.94 (.11)
<i>Temps 4</i>	2.66 (.23)	1.98 (.22)	2.32 (.16)
<i>Temps 5</i>	3.76 (.32)	2.43 (.31)	3.1 (.22)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	2.39 (.17)	1.73 (.16)	-----

DAP– LME

	<i>DAP I+II</i>	<i>DAP III</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	.99 (.17)	1.43 (.1)	1.21 (.1)
<i>Temps 2</i>	1.31 (.18)	1.71 (.10)	1.51 (.11)
<i>Temps 3</i>	1.63 (.25)	2.02 (.14)	1.83 (.15)
<i>Temps 4</i>	1.61 (.32)	2.53 (.18)	2.07 (.18)
<i>Temps 5</i>	2.29 (.49)	3.33 (.28)	2.81 (.28)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	1.57 (.24)	2.2 (.13)	-----

MSC - LME

	<i>Favorisé</i>	<i>Moyen + défavorisé</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	1.37 (.13)	1.29 (.12)	1.33 (.09)
<i>Temps 2</i>	1.78 (.14)	1.47 (.12)	1.62 (.09)
<i>Temps 3</i>	2.23 (.17)	1.67 (.16)	1.95 (.12)
<i>Temps 4</i>	2.84 (.22)	1.86 (.2)	2.35 (.15)
<i>Temps 5</i>	4 (.3)	2.3 (.27)	3.15 (.2)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	2.44 (.17)	1.72 (.15)	-----

Langue signée – LME

	<i>Langue signée</i>	<i>Aucune langue signée</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	1.14 (.13)	1.46 (.11)	1.3 (.09)
<i>Temps 2</i>	1.24 (.12)	1.88 (.1)	1.56 (.08)
<i>Temps 3</i>	1.51 (.17)	2.23 (.15)	1.87 (.11)
<i>Temps 4</i>	1.63 (.21)	2.80 (.18)	2.22 (.14)
<i>Temps 5</i>	2.15 (.32)	3.76 (.27)	2.95 (.21)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	1.54 (.16)	2.43 (.14)	-----

Étiologie – LME

	<i>Acquise</i>	<i>Héréditaire</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	1.38 (.23)	1.38 (.12)	1.19 (.16)	1.32 (.10)
<i>Temps 2</i>	1.59 (.25)	1.62 (.13)	1.60 (.18)	1.60 (.11)
<i>Temps 3</i>	2.09 (.32)	1.76 (.17)	2.15 (.23)	2 (.14)
<i>Temps 4</i>	2.44 (.45)	2.22 (.24)	2.38 (.32)	2.35 (.2)
<i>Temps 5</i>	2.97 (.64)	2.86 (.34)	3.51 (.46)	3.12 (.29)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	2.09 (.34)	1.97 (.18)	2.17 (.24)	-----

APPENDICE H

Valeurs descriptives – Variables linguistiques individuelles comprises dans le score composite Lexique (moyenne et erreur type)

Nombre d'énoncés

Sexe – Nombre d'énoncés

	<i>Fille</i>	<i>Garçon</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	46.19 (7.99)	33.53 (7.75)	39.86 (5.57)
<i>Temps 2</i>	64.31 (10.57)	39.06 (10.26)	51.69 (7.36)
<i>Temps 3</i>	89.31 (11.17)	55.24 (10.83)	72.27 (7.78)
<i>Temps 4</i>	55.75 (11.64)	56.06 (11.29)	55.9 (8.11)
<i>Temps 5</i>	58.69 (9)	63 (8.73)	60.84 (6.27)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	62.85 (6.07)	49.38 (5.89)	-----

DAP – Nombre d'énoncés

	<i>DAP I+II</i>	<i>DAP III</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	21.75 (10.93)	45.4 (6.18)	33.58 (6.28)
<i>Temps 2</i>	17.88 (14.04)	62 (7.94)	39.94 (8.07)
<i>Temps 3</i>	38.63 (15.53)	82.36 (8.79)	60.49 (8.92)
<i>Temps 4</i>	54.75 (16.45)	56.28 (9.31)	55.52 (9.45)
<i>Temps 5</i>	80 (12.12)	54.8 (6.86)	67.4 (6.96)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	42.6 (8.5)	60.17 (4.81)	-----

MSC – Nombre d'énoncés

	<i>Favorisé</i>	<i>Moyen + défavorisé</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	41.73 (8.41)	37.94 (7.68)	39.84 (5.69)
<i>Temps 2</i>	56.13 (11.36)	47.28 (10.37)	51.71 (7.69)
<i>Temps 3</i>	81.33 (12.17)	63.78 (11.11)	72.56 (8.24)
<i>Temps 4</i>	76.53 (10.92)	38.72 (9.97)	57.63 (7.39)
<i>Temps 5</i>	62.8 (9.3)	59.33 (8.49)	61.07 (6.29)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	63.71 (6.24)	49.41 (5.7)	-----

Langue signée – Nombre d'énoncés

	<i>Langue signée</i>	<i>Aucune langue signée</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	35.71 (8.67)	42.58 (7.44)	39.15 (5.71)
<i>Temps 2</i>	40.14 (11.53)	59.53 (9.89)	49.84 (7.6)
<i>Temps 3</i>	49.07 (11.65)	88.47 (10)	68.77 (7.68)
<i>Temps 4</i>	33.86 (11.29)	72.16 (91.69)	53.01 (7.44)
<i>Temps 5</i>	48.57 (9.18)	70 (7.88)	59.29 (6.05)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	41.47 (5.82)	66.55 (5)	-----

Étiologie – Nombre d'énoncés

	<i>Acquise</i>	<i>Héréditaire</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	48 (12.73)	37.22 (7.76)	39.9 (10.41)	41.71 (6.55)
<i>Temps 2</i>	61.6 (19.93)	52.61 (10.50)	43.8 (14.09)	52.67 (8.86)
<i>Temps 3</i>	108.2 (20.53)	68.06 (10.82)	60.2 (14.51)	78.82 (9.12)
<i>Temps 4</i>	43.8 (21)	56.56 (11.07)	60.8 (14.85)	53.72 (9.34)
<i>Temps 5</i>	73.6 (15.1)	48.56 (7.96)	76.8 (10.68)	66.32 (6.71)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	67.04 (11.25)	52.6 (5.93)	56.3 (7.95)	-----

Diversité lexicale

Sexe – Diversité lexicale

	<i>Fille</i>	<i>Garçon</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	39.63 (6.72)	19 (6.52)	29.31 (4.68)
<i>Temps 2</i>	63.69 (9.73)	31.65 (9.44)	47.67 (6.78)
<i>Temps 3</i>	90.38 (10.96)	48.59 (10.63)	69.48 (7.64)
<i>Temps 4</i>	71.5 (8.42)	42.94 (8.17)	57.22 (5.86)
<i>Temps 5</i>	92.06 (12.61)	68.06 (12.23)	80.06 (8.78)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	71.45 (7.12)	42.05 (6.91)	-----

DAP – Diversité lexicale

	<i>DAP I+II</i>	<i>DAP III</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	8.75 (9.32)	35.48 (5.27)	22.12 (5.35)
<i>Temps 2</i>	15.75 (13.47)	57.24 (7.62)	36.5 (7.74)
<i>Temps 3</i>	32.13 (15.52)	80.6 (8.78)	56.36 (8.92)
<i>Temps 4</i>	47.13 (12.84)	59.88 (7.26)	53.5 (7.38)
<i>Temps 5</i>	86.63 (18.3)	77.48 (10.35)	82.05 (10.51)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	38.08 (10.78)	62.14 (6,1)	-----

MSC – Diversité lexicale

	<i>Favorisé</i>	<i>Moyen + défavorisé</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	33.67 (7.37)	25.11 (6.73)	29.39 (4.99)
<i>Temps 2</i>	54.53 (10.77)	41.06 (9.83)	47.79 (7.29)
<i>Temps 3</i>	87.6 (11.76)	53.22 (10.73)	70.41 (7.96)
<i>Temps 4</i>	77.4 (8.06)	39.61 (7.36)	58.51 (5.46)
<i>Temps 5</i>	96 (12.81)	66.11 (11.7)	81.06 (8.67)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	69.84 (7.66)	45.02 (6.99)	-----

Langue signée – Diversité lexicale

	<i>Langue signée</i>	<i>Aucune langue signée</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	18.71 (7.33)	36.58 (6.29)	27.65 (4.83)
<i>Temps 2</i>	30.07 (10.55)	59.79 (9.06)	44.93 (6.95)
<i>Temps 3</i>	39.5 (11.05)	90.47 (9.49)	64.99 (7.28)
<i>Temps 4</i>	33.57 (8.14)	73.9 (6.99)	53.73 (5.27)
<i>Temps 5</i>	52.86 (12.34)	99.47 (10.6)	76.17 (8.13)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	34.94 (6.99)	72.04 (6)	-----

Étiologie – Diversité lexicale

	<i>Acquise</i>	<i>Héréditaire</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	36 (13.04)	28.89 (6.88)	25.7 (9.22)	30.196 (5.8)
<i>Temps 2</i>	58 (10.09)	46.67 (10.06)	42.7 (13.5)	49.122 (8.48)
<i>Temps 3</i>	107.8 (20.72)	58.33 (10.92)	68.3 (14.65)	78.144 (9.21)
<i>Temps 4</i>	59.6 (15.77)	46.83 (8.31)	73.3 (11.15)	59.911 (7.01)
<i>Temps 5</i>	94 (21.5)	61.06 (11.33)	106.1 (15.2)	87.052 (9.56)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	71,08 (14.05)	48.36 (7.40)	63.22 (9.93)	

Nombre d'items paralexicaux

Sexe – Nombre d'items paralexicaux

	<i>Fille</i>	<i>Garçon</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	6.56 (1.13)	6.06 (1.09)	6.31 (.79)
<i>Temps 2</i>	9.63 (1.33)	7.12 (1.29)	8.37 (.93)
<i>Temps 3</i>	12.5 (1.55)	10.24 (1.5)	11.37 (1.08)
<i>Temps 4</i>	7.75 (1.41)	9.65 (1.37)	8.7 (.98)
<i>Temps 5</i>	7.45 (1.89)	11 (1.84)	9.22 (1.32)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	8.78 (.95)	8.81 (.92)	-----

DAP – Nombre d'items paralexicaux

	<i>DAP I+II</i>	<i>DAP III</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	4.63 (1.56)	6.84 (.88)	5.73 (.9)
<i>Temps 2</i>	5.5 (1.85)	9.24 (1.05)	7.37 (1.06)
<i>Temps 3</i>	8.38 (2.14)	12.28 (1.21)	10.33 (1.23)
<i>Temps 4</i>	10.13 (2)	8.28 (1.13)	9.2 (1.15)
<i>Temps 5</i>	13.63 (2.61)	7.88 (1.47)	10.75 (1.5)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	8.45 (1.34)	8.9 (.76)	-----

MSC – Nombre d'items paralexicaux

	<i>Favorisé</i>	<i>Moyen + défavorisé</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	7.07 (1.15)	5.67 (1.05)	6.37 (.78)
<i>Temps 2</i>	8.53 (1.42)	8.17 (1.29)	8.35 (.96)
<i>Temps 3</i>	12.4 (1.61)	10.44 (1.47)	11.42 (1.09)
<i>Temps 4</i>	11.4 (1.33)	6.5 (1.21)	8.95 (.9)
<i>Temps 5</i>	10.73 (1.98)	8.06 (1.81)	9.39 (1.34)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	10.03 (.93)	7.77 (.85)	-----

Langue signée – Nombre d'items paralexicaux

	<i>Langue signée</i>	<i>Aucune langue signée</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	5.86 (1.2)	6.63 (1.03)	6.24 (.79)
<i>Temps 2</i>	8 (1.46)	8.58 (1.26)	8.29 (.97)
<i>Temps 3</i>	9.07 (1.6)	13 (1.37)	11.04 (1.05)
<i>Temps 4</i>	6.57 (1.44)	10.32 (1.24)	8.44 (.95)
<i>Temps 5</i>	7.07 (2.02)	10.9 (1.73)	8.98 (1.33)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	7.31 (.95)	9.88 (.82)	-----

Étiologie – Nombre d'items paralexicaux

	<i>Acquise</i>	<i>Héréditaire</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	6.4 (2.05)	6.61 (1.08)	5.7 (1.45)	6.24 (.91)
<i>Temps 2</i>	12 (2.39)	7.72 (1.26)	7.6 (1.69)	9.11 (1.06)
<i>Temps 3</i>	17.8 (2.53)	9.5 (1.33)	11.4 (1.79)	12.9 (1.12)
<i>Temps 4</i>	6.8 (2.57)	8.78 (1.35)	9.6 (1.82)	8.39 (1.14)
<i>Temps 5</i>	11.4 (3.33)	6.94 (1.76)	12.4 (2.36)	10.25 (1.48)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	10.88 (1.65)	7.91 (.87)	9.34 (1.16)	-----

Nombre de mots de contenu

Sexe – Nombre de mots de contenu

	<i>Fille</i>	<i>Garçon</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	22.44 (3.91)	8.94 (3.79)	15.69 (2.72)
<i>Temps 2</i>	36.38 (6.04)	16.82 (5.86)	26.6 (4.21)
<i>Temps 3</i>	51.75 (6.43)	26.29 (6.24)	39.02 (4.48)
<i>Temps 4</i>	40.63 (7.61)	32.47 (7.39)	36.55 (5.3)
<i>Temps 5</i>	54.94 (7.37)	38.41 (7.15)	46.68 (5.13)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	41.23 (4.67)	24.59 (4.53)	-----

DAP– Nombre de mots de contenu

	<i>DAP I+II</i>	<i>DAP III</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	3.13 (5.48)	19.44 (3.1)	11.28 (3.15)
<i>Temps 2</i>	7.13 (8.37)	32.44 (4.73)	19.78 (4.81)
<i>Temps 3</i>	16.75 (9.16)	45.64 (5.18)	31.2 (5.26)
<i>Temps 4</i>	25.88 (10.65)	39.8 (6.02)	32.84 (6.12)
<i>Temps 5</i>	49.63 (10.83)	45.4 (6.12)	47.51 (6.22)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	20.5 (6.81)	36.54 (3.86)	-----

MSC – Nombre de mots de contenu

	<i>Favorisé</i>	<i>Moyen + défavorisé</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	18.27 (4.36)	13.17 (3.98)	15.72 (2.95)
<i>Temps 2</i>	30.87 (6.67)	22.5 (6.09)	26.68 (4.52)
<i>Temps 3</i>	51.53 (6.77)	27.89 (6.18)	39.71 (4.58)
<i>Temps 4</i>	53.27 (6.8)	22.39 (6.21)	37.83 (4.6)
<i>Temps 5</i>	55.33 (7.62)	39 (6.96)	47.17 (5.16)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	41.85 (4.81)	24.99 (4.39)	-----

Langue signée – Nombre de mots de contenu

	<i>Langue signée</i>	<i>Aucune langue signée</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	9 (4.31)	20.26 (3.7)	14.63 (2.84)
<i>Temps 2</i>	15.5 (6.51)	34.26 (5.59)	24.88 (4.29)
<i>Temps 3</i>	20.93 (6.48)	51.68 (5.56)	36.31 (4.27)
<i>Temps 4</i>	19 (7.11)	49.26 (6.1)	34.13 (4.68)
<i>Temps 5</i>	31.64 (7.42)	57.32 (6.37)	44.48 (4.89)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	19.21 (4.47)	42.56 (3.84)	-----

Étiologie – Nombre de mots de contenu

	<i>Acquise</i>	<i>Héréditaire</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	19.2 (7.73)	15.33 (4.08)	13.9 (5.47)	16.14 (3.44)
<i>Temps 2</i>	31 (11.86)	26.22 (6.25)	24.1 (8.39)	27.11 (5.27)
<i>Temps 3</i>	57.4 (12.57)	33.89 (6.62)	37.8 (8.89)	43.03 (5.59)
<i>Temps 4</i>	33.8 (13.89)	34.33 (7.32)	41.5 (9.82)	36.54 (6.17)
<i>Temps 5</i>	54.6 (12.65)	35.22 (6.67)	62.5 (8.94)	50.77 (5.62)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	39.2 (9.13)	29 (4.81)	35.96 (6.46)	-----

Nombre de mots de fonction

Sexe – Nombre de mots de fonction

	<i>Fille</i>	<i>Garçon</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	10.5 (2.08)	4 (2.02)	7.25 (1.45)
<i>Temps 2</i>	17.38 (2.8)	7.71 (2.72)	12.54 (1.95)
<i>Temps 3</i>	24.5 (3.35)	11.53 (3.25)	18.02 (2.33)
<i>Temps 4</i>	22.44 (3.92)	13.94 (3.8)	18.19 (2.73)
<i>Temps 5</i>	29.44 (4)	18.18 (3.88)	23.81 (2.79)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	20.85 (2.57)	11.07 (2.49)	-----

DAP – Nombre de mots de fonction

	<i>DAP I+II</i>	<i>DAP III</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	1.13 (2.92)	9.08 (1.65)	5.10 (1.68)
<i>Temps 2</i>	3.25 (3.9)	15.32 (2.21)	9.29 (2.24)
<i>Temps 3</i>	6 (4.7)	21.6 (2.66)	13.8 (2.7)
<i>Temps 4</i>	10.63 (5.55)	20.44 (3.14)	15.53 (3.19)
<i>Temps 5</i>	23.63 (6.02)	23.64 (3.41)	23.63 (3.46)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	8.93 (3.78)	18.02 (2.14)	-----

MSC – Nombre de mots de fonction

	<i>Favorisé</i>	<i>Moyen + défavorisé</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	8.27 (2.3)	6.22 (2.1)	7.24 (2.156)
<i>Temps 2</i>	14.8 (3.11)	10.39 (2.84)	12.59 (2.11)
<i>Temps 3</i>	23.27 (3.63)	13.28 (3.31)	18.27 (2.46)
<i>Temps 4</i>	27.53 (3.51)	10.17 (3.21)	18.85 (2.38)
<i>Temps 5</i>	29.67 (4.15)	18.61 (3.79)	24.14 (2.81)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	20.71 (2.7)	11.73 (2.47)	-----

Langue signée – Nombre de mots de fonction

	<i>Langue signée</i>	<i>Aucune langue signée</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	3.79 (2.27)	9.63 (1.94)	6.71 (1.49)
<i>Temps 2</i>	6.71 (2.99)	16.58 (2.56)	11.65 (1.97)
<i>Temps 3</i>	9.36 (3.46)	24.05 (2.97)	16.71 (2.28)
<i>Temps 4</i>	7.86 (3.62)	25.58 (3.1)	16.72 (2.38)
<i>Temps 5</i>	13.64 (3.89)	31 (3.34)	22.32 (2.56)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	8.27 (2.48)	21.37 (2.13)	-----

Étiologie – Nombre de mots de fonction

	<i>Acquise</i>	<i>Héréditaire</i>	<i>Inconnue</i>	<i>Moyenne (groupe confondu)</i>
<i>Temps 1</i>	10.2 (4.04)	6.89 (2.13)	6.1 (2.85)	7.73 (1.79)
<i>Temps 2</i>	14.8 (5.54)	12.5 (2.92)	11 (3.92)	12.77 (2.46)
<i>Temps 3</i>	28.4 (6.43)	14.72 (3.39)	18.1 (4.55)	20.41 (2.86)
<i>Temps 4</i>	18.2 (7.32)	16.22 (3.86)	21.3 (5.18)	18.57 (3.25)
<i>Temps 5</i>	27.8 (7.28)	18.56 (3.84)	30.7 (5.15)	25.69 (3.23)
<i>Moyenne (temps confondu)</i>	19.88 (5.08)	13.78 (2.68)	17.44 (3.59)	-----